

الفلك والفضاء

من الخرافات والتنجيم إلى تلسكوب هابل

عبد الأمير المؤمن

الفلك والفضاء

من الخرافات والتنجيم إلى تلسكوب هابل



تأليف
عبد الأمير المؤمن

الدار الثقافية للنشر

عنوان الكتاب : الفلك والفضاء
اسم المؤلف : عبدالأمير المرتضى المؤمن
17 x 24 سم . 216 ص .
رقم الإيداع بدار الكتب المصرية : 2001/ 9888
اسم الناشر : الدار الثقافية للنشر

Al Falak Wa Al Fadha'i
Abd Al- Ameer Al- Mouman
17 x 24 cm. 216 p.
ISBN: 977 - 339 - 053 - 5

الطبعة الأولى
1423 هـ/ 2002 م

الدار الثقافية للنشر - القاهرة
ص.ب 134 بانوراما اكتوبر 11811 - تلبفاكس 4172769 - 4035694
Email: nassar@hotmail.com

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالأَرْضَ بِالْحَقِّ يُكَوِّرُ اللَّيْلَ عَلَى النَّهَارِ وَيُكَوِّرُ النَّهَارَ عَلَى اللَّيْلِ وَسَخَّرَ الشَّمْسَ وَالْقَمَرَ كُلٌّ يَجْرِي لأَجَلٍ مُسَمًّى أَلا هُوَ الْعَزِيزُ الْغَفَّارُ ﴾

[سورة الزمر : ٥]

الإهـــداء

إلى الذين قرأوا التراث العلمي قراءةً واعيةً ووظفوا ما فيه من قوّةٍ لخدمة الحاضر.

أهدى هذا الكتاب

عبد الأمير

مقـــدمة

النتائج العلمية الرائعة التى يجنيها إنسان اليوم لم تأت طفرةً وإنما جاءت من خلال جهود متواصلة بذلها العلماء المعاصرون متممين ما بدأ به علماء النهضة الحديثة .

الثمار العلمية الراهنة ، هى حصيلة جهود كل البشر ، و كل المراحل وكل الحضارات .

هى خلاصة جهود طويلة ، امتدت إلى جذور التاريخ شارك فيها الإنسان البدائى ، وأقوام الحضارات القديمة ، ورجال الحضارة العربية الإسلامية ، وأبناء العصر الحاضر .

وهى اليوم خلاصة مركزة ومنظمة تبدو – فى النظرة السريعة – كأنها من صنع الحضارة الراهنة .

لقد بلغت هذه الحضارة بالنسبة لنا نحن أبناء القرن العشرين القمة فقرننا هذا فاق كل القرون السابقة ، منذ عهد آدم عليه السلام ، ليس فى مجال علمى واحد وإنما فى كل مجالات العلم .

وفوق قمة القمم تقف الدراسات الفلكية الفضائية فلأول مرة فى التاريخ يستطيع هذا القرن أن يطير كتلاً حديدية ضخمة (طائرات) تحمل بشرًا ، ترتفع بعيدًا فوق سطح الأرض ، ولأول مرة فى التاريخ تنطلق صواريخ وأقمار صناعية وسفن فضائية خارج النطاق الجوى الأرضى . ولأول مرة فى التاريخ يضع الإنسان قدميه على سطح القمر ، ولأول مرة فى التاريخ تجوب سفينة فضائية (فوياجير الثانية) الكواكب السيارة البعيدة واحدًا واحدًا وترينا صورًا مدهشة لها ولأقمارها ، لم يرها إنسان من قبل ، ولأول مرة فى التاريخ يتحدى تلسكوب (تلسكوب الفضاء هابل) كل قلاع الأرض ، ليرصد لنا من علٍ (من خارج الغلاف الغازى الأرضى) زوايا وخفايا كونية لم يتخيلها متخيلٌ .

هذه الجهود الرائعة وهذه النتائج المذهلة ، هى – فى الحقيقة – امتداد ، وليست بداية ، فلو لم تكن قبلها بداية وجهود لما استطاع الإنسان المعاصر بناء هذا الصرح الفلكى الشامخ فى هذا الوقت الحالى .

و(الفلك والفضاء . .) هذا الكتاب الذى بين أيديكم يتحدث عن تاريخ هذا العلم الجميل ، الذى ارتبط بالسماء وأجرام السماء وجمال السماء فراح الأجداد الأولون يتخيلون ، ما شاء لهم خيالهم أن يتخيلوا ، فربطوا الخرافة بالأسطورة والآلهة والتنجيم والحقيقة العلمية فى نسيج واحد ، فى قطعة واحدة هى كل العلم الفلكى القديم .

وجاء اليونانيون فأخذوا من الحضارات السابقة وأضافوا ووضعوا تلك المعلومات والأفكار فى قوالب وأطر، فقدموا نظريات محدّدة، كانت الأولى فى التاريخ الحضارى الإنسانى.

وجاءت الحضارة العربية الإسلامية، وورثت ما خلّف اليونانيون أو بعض ما خلّفوا، ووضعته على المحك، وأضافت وأبدعت لتقدم أرقى مادة فلكية علمية عرفها العالم قبل النهضة الفلكية الحديثة مستخدمة فى ذلك منهجًا علميًا صحيحًا استوحته من القرآن الكريم والظروف الحضارية الجديدة فخرج الناتج من المراصد الفلكية والملاحظات الدقيقة خرج مدهشًا فريدًا رائعًا.

وجاء العصر الحديث، ووجد أمامه مادة فلكية علمية جاهزة، فأخذها وبنى فوقها، وأضاف إليها، وصاغ لنا علمًا فلكيًا حديثًا هو اليوم أحد العلوم المتطورة. هذه خلاصة تاريخ الفلك والفضاء، وهى - كما ترى - مراحل متتابعة، السابقة تسلم ما عندها للاحقة. وهى متفاوتة فى العطاء، حسب الشروط والعوامل المتوافرة لكل حضارة.

والكتاب قراءة إجمالية للإنجازات الفلكية والفضائية التى أنجزها الإنسان عبر مسيرته الحضارية الطويلة، وهى إنجازات تباينت من مرحلة إلى أخرى، تباينت فى الدرجة أحيانًا وفى النوع أحيانًا أخرى، من قراءة فلكية خرافية، إلى قراءة فلكية نظرية مجرّدة إلى قراءة رصدية ميدانية، إلى قراءة فضائية مباشرة من على متون أجهزة فضائية على درجة عالية من التطور. وقد قسمت الكتاب إلى تمهيد وثلاثة أبواب:

استعرضت فى التمهيد ثلاث نقاط هى :

١- علم الفلك استمرارية وحيوية.

٢ - آلهة وتنجيم وفلك.

٣ - الفلك قبل الحضارات القديمة.

وفى الباب الأول، تحدثت عن الفلك فى الحضارات القديمة الكبرى، حضارة وادى الرافدين، وادي النيل، الحضارة الصينية، الهندية، الفارسية، اليونانية، وأخيراً عن الفلك في نصف العالم الغربى، وعلى الرغم من أنها حضارات مزجت بين الخرافة والآلهة والفلك والتنجيم، إلا أنها أبدعت فى مجالات عديدة: التقويم، الأرصاد، لمحات فلكية أخرى.

وتضمن الباب الثاني. الحديث عن الفلك في الحضارة العربية الإسلامية، نشوئه تطوره، إنجازاته، وفي ظلال هذه الحضارة اتجه الفلك - على عمومه - الوجهة الصحيحة، فخرجت إنجازاته من ميدان المرصد، وقدم علماء عالميين تأثروا بأفكار القرآن الكريم وروح الحضارة الإسلامية، مما جعله لبنة أساسية من لبنات الفلك الحديث.

وفي الباب الثالث تحدثت عن الفلك في العصر الحديث، عن ثورة كوبرنيكوس على مركزية الأرض الثورة التي قلبت النظرية الفلكية القديمة باعتمادها الشمس مركزاً للكون، مركزاً على أقطاب الفلك الحديث. ثم تحدثت عن ثورة الفضاء والرحلات الفضائية. وأخيراً عن المعجزة الفضائية «تلسكوب هابل» التلسكوب الذي قد يقلب النظرية الكونية المعاصرة إلى شكل آخر.

هذا غاية جهدي وعلى الله التوفيق.

طهران في ٢٤ صفر ١٤٢٢هـ
الموافق ١٨ مايو ٢٠٠١م

عبد الأمير المرتضى المؤمن

تمهيد

١ - علم الفلك استمرارية وحيوية

في البداية لابد من التعريف .

لابد أن نقدم تعريفًا موجزًا يشكل الخطوط الأساسية لعلم الفلك حتى ندخل في موضوع واضح المعالم ، لا لبس فيه ولا تداخل .

وعلم الفلك (Astronomy) هو علم يدرس الأجرام السماوية دراسة منظمة ، وهذا التعريف العام يصلح لعلم الفلك المعاصر ، كما يصلح (لعلم الفلك) في مراحله القديمة .

وكلمة الأجرام [١] السماوية ، كلمة عامة تشمل النجوم والكواكب السيارة والمجرات والسدم والمذنبات والشهب والأحجار النيزكية وما إليها من مفردات السماء المختلفة .

وهو علم قديم قدم الإنسان ، فإذا اعتبرنا الملاحظات التي تجمعت لدى الإنسان القديم ، من خلال مشاهداته ولياليه وأيامه علمًا ، فيعني أن علم الفلك بدأ منذ بدأ الإنسان يعي ما حوله . فالشمس لا تفارقه في نهاره ، والقمر والنجوم لا تفارقه في لياليه ، وقل مثل ذلك في الظواهر الكونية الأخرى التي تشاهد أكثر من مرة في الليالي ، كالشهب مثلاً ، وهناك الأحجار النيزكية والمذنبات والكسوفات والخسوفات وما إليها من الظواهر .

والكون (Cosmos) ، هو الميدان الأساسي لعلم الفلك ، والكون تعبير عام يدخل فيه كل شيء ، فكل مانعرفه وما لا نعرفه يقع ضمن الكون . هذه السيارة ، هذا البيت ، هذا الماء ، هذا الهواء ، هذه الطاقة . لكن الفلكيين لا يدرسون كل هذه الأمور ، إنهم يتركونها لأصحاب الاختصاصات المختلفة كل واحد يدرس جانبًا معينًا من الكون . وهذا لا يمنع أن يستفيد الفلكيون من الاختصاصات المختلفة ، لكنهم كأصحاب اختصاص يعنون بالجانب الفلكي من الكون ، فمثلاً : الفلكيون يدرسون الأرض ، لكن لا كما يدرسها الجغرافي أو الجيولوجي ، إنما يدرسونها ككرة سماوية سيارة تدور حول الشمس وتحتل المدار الثالث ضمن المجموعة الشمسية المكونة من تسعة كواكب سيارة وتجري بموجب قانون الجاذبية ، وبضعة قوانين فيزيائية أخرى .

والكون هو الكون منذ خلقه الله ، لكن الذي تغير وتطور هو الإنسان كانت النظرة محدودة ، كان الإنسان القديم يرى جزءًا صغيرًا محدودًا من الكون ، ثم تطور الأمر فأصبحت النظرة أوسع وأعمق ، فرأى الإنسان المعاصر رقعة أكبر مما رأى السابقون ،

واكتشف قوانين جديدة، وتراكمت لديه أرصاد ومعلومات فلكية جمة، استخدمها لاحقًا فى كشف المزيد من أسرار الكون، وتوسع علم الفلك، وتوسع وحقق فى غضون فترة قصيرة من القرن العشرين، منذ نحو أربعين سنة، ما لم يحققه منذ بداية (علم الفلك) وإلى ما قبل هذه الفترة، وتبدلت نظرة الإنسان المعاصر إلى الكون، وصرنا نرى الأشياء رؤية جديدة أكثر فهمًا وأكثر عمقًا.

لقد كانت العين المحدودة وحيدة فى صراعها مع الكون، تظل ساهرة ليالى طويلة بل وسنين أحيانًا، فى سبيل اكتشاف أمر فلكى معين، تصارع الغلاف الغازى الذى يحيط بالأرض، وتصارع الحوائل الأخرى. واليوم لا غلاف غازيًا ولا عائق، ولا هم يحزنون، تلسكوبات راديوية متطورة تلتقط إشعاعات تعبر كل الحواجز والموانع، وأجهزة فضائية متقدمة تخرج من الغلاف الغازى الأرضى، لترى (الحقيقة) واضحة صريحة النجوم فى عز النهار وأنواعًا من الإشعاعات السلمية والخطرة، هى بمثابة بصمات سحرية لحل طلاسم المواد السماوية.

إن التلسكوب البصرى فتح عصراً جديداً رأينا من خلال سطوح الكواكب السيارة والقمر والأقمار الأخرى، وانكشفت أسرار كثير من النجوم، لكن التلسكوب الراديوى، فتح عصراً أكثر جدة، وأبوابًا فتحت أبوابًا. بدأنا نرى ما كنا لا نراه فى البصرى، فالراديوى. كما ذكرنا - يلتقط الإشعاعات القادمة من الأجرام السماوية المختلفة وإن عاقها عائق - فكثير من الإشعاعات تخترق الحواجز ليلتقطها التلسكوب الراديوى، ويكشف عن أسرارها. وتطورنا أكثر فخرجنا من الغلاف الأرضي لنرى الكون أكثر وضوحًا ودقة، ونتوقع أن يضع علماء الفضاء محطات على بعض الأجرام القريبة كالقمر والمريخ وغيرهما من الأجرام المناسبة.

من هذا التطور وجدنا الكون هذا اليوم غير ما وجده السابقون، كوننا شاسع غريب (غير معقول) أحيانًا، وكأن إسفينا بين كوننا وكون آبائنا وأجدادنا القدماء. إن النظريات العلمية التى قدمها العلماء فى القرن العشرين، خاصة النسبية العامة والخاصة لأينشتاين جعلتنا ننظر إلى الكون من أكثر من ثلاثة أبعاد. فبعد أن كنا ننظر إلى الكون من خلال الطول والعرض والارتفاع جاءنا اينشتاين ببعد رابع، هو الزمن فأصبح فضاء القرن العشرين فضاء مربع الأبعاد، وتداخل الزمان والمكان فليس هناك مكان دون أن يحمل زمانه الخاص.

وجاءنا أيضًا الفلكي الأمريكى ادوين هابل ليقول: إن كونكم يتسع ويتسع، وهناك نسب معينة للاتساع والجزء الأبعد أسرع من الأقرب، هناك نسبة طردية بين البعد والسرعة، فكلما كانت المجرات أبعد فهى أسرع ووضع قانونًا فى هذا الصدد سمى باسم (قانون هابل للتمدد). وجاء آخرون فوضعوا عددًا من نظريات نشوء الكون، وانفتحت أمامنا فروع وفروع، وأشهرها الكوسمولوجى (Cosmology) علم الكون أو الكونيات. ولازالت أبواب الفلك تفتح واحدة بعد أخرى.

كوننا اليوم سلسلة مترابطة من الأجرام السماوية تجمعها جاذبية نيوتن، تبدأ من الأرض، والأرض كوكب بارد تابع عادى من توابع الشمس، نقطة صغيرة ضمن حلقة صغيرة. هى المجموعة الشمسية (Solar system). هذه الحلقة تعيش فى عزلة تامة عن باقى الأجرام السماوية، ولو اشتقنا لجار لنا، فأقربهم سيكون النجم (الفاقنطورس)، الذى يبعد عنا حوالى ٤,٤ سنة ضوئية[٢] وإذا أردنا وضع المجموعة الشمسية حيث مكانها فى الكون فلا مكان محدد لها، إن لها مكانًا نسبيًا، إنها تقع ضمن مجرتنا، درب التبانة أو الطريق اللبنى (Milky way) وهى مجرة لولبية الشكل، قطرها حوالى ١٠٠,٠٠٠ سنة ضوئية، ونحن نقع فى الثلث الأخير من هذا القطر، ونبعد عن مركز المجرة حوالى ٣٢٠٠٠ سنة ضوئية.

والمجرة تدور حول نفسها ونحن ندور معها، والمجرات تتباعد بعضها عن بعض، وكذلك نحن نتباعد ولا ندرى إلى أين هى ذاهبة، إن الكون يتوسع بموجب (قانون هابل) - كما ذكرنا - فأين نحن من هذه الحركات وهذا الحجم الهائل.

هذه هى صورة الكون فى الوقت الحاضر، تكاتفت على تشكيلها عقول ونظريات وأجهزة جبارة، ولا نعرف هل ستبقى أم ستتغير؟ لا نستبعد أن يظهر لنا فى القرن القادم، كوبر نيكوس جديدٌ أو اينشتاين جديدٌ. إن هدف الإنسان واحد منذ خلقه الله، هدفه هو حل طلاسم وألغاز هذا الكون المثير، وحل طلاسمه وألغازه لا يمكن إلا بدراسته، وكلما كانت الدراسة أدق وأوسع كان الحل أقرب وأعقل. لقد درسه السابقون ودرسه اللاحقون، وسيدرسه أهل المستقبل وكل أدلى أو سيدلى، على قدر ما توافرت أو ستتوافر لديه من معلومات عن الكون، وبناءً على هذا اختلفت نتائج الدراسة فقدم لنا القدماء صورة محدودة للكون، تصوروا أول ما تصوروا أن الأرض قرص.. ثم كرة، ثم كرة متحركة فى وسط الكون، ثم انقلب الحال فأصبحت كرة تابعة، واليوم الأرض نقطة لا قيمة كونية لها تجاه الأجرام السماوية الهائلة.

وعلى الرغم من أن علم الفلك من أقدم العلوم . . فهو اليوم علم عصرى له جاذبيته وإغراءاته البعيدة . وإذا أردنا تقسيم العصور من حيث ما اشتهر فيها ، فيمكن أن نقول : عصر الزراعة والاستقرار ، عصر الصناعة ، عصر الذرة ، عصر الفضاء . وعصر الفضاء هو الامتداد الطبيعى لعلم الفلك ، عصر الفضاء هو دراسة الكون بالأجهزة الفضائية المتنوعة . . والخروج من سجن الأرض لقد دار الزمان دورته ، بدأ الإنسان أول ما بدأ بالنظر إلى السماء لافتةً أجرامُه وظواهره المتنوعة نظَره ، بالقوة والتخويف والجمال أحيانًا . . ولا زال الإنسان شاخصًا عينيه نحو الفضاء يريد المزيد من معرفة أسراره ، وهذه المرة امتلك – فعلاً – القدرة على العمل واختراق الموانع الطبيعية التى عاقت ذلك الإنسان الذى حاول مرارًا الخروج من جاذبية الأرض لكن قوانينه وأجهزته لم تكن كافية .

٢ – آلهة وتنجيم وفلك

لم يجر الفلك فى خط التاريخ الحضارى الطويل على نسق واحد ، لم يجر خالصًا متشابهًا فى المراحل المختلفة من حيث متابعته للأجرام السماوية والظواهر الكونية ومحاولة كشف أسرار الكون .

كان مختلفًا من مرحلة إلى أخرى ليس فقط فى الدرجة ككثير من العلوم وإنما (يمكن) القول إن اختلف فى النوع ، ففي كل مرحلة تميز بطابع معين فكل العلوم ابتدأت متخلفة وارتبطت بالخرافات والأساطير ، لكن الفلك من بين العلوم المتعددة فاق الجميع بهذا الارتباط والتداخل ، فقد عاشت الخرافات والآلهة والتنجيم معه فترة طويلة من الزمن ، ومن ثم عاش فترة أخرى أطول مع التنجيم وحده دون الآلهة ، وأخيرًا خف هذا الارتباط شيئًا فشيئًا وتحرر نهائيًا من التنجيم فى القرون الأخيرة .

ولعل القارئ يستغرب إذا ذكرنا أن التنجيم عشش فى رؤوس أساطين الفلك الحديث أمثال تيخو براهة وكبلر وغاليلو . فكم هو تاريخ هذا العلم مزيج متداخل مع التنجيم والآلهة ! !

ومن خلال التاريخ الفلكى الطويل يمكننا أن نسجل ثلاث مراحل متعاقبة ، مرحلة المزج بين الآلهة والتنجيم والفلك ، ومرحلة التنجيم والفلك ، ومرحلة علم الفلك وحده .

والمقصود بالآلهة هنا ، هوتلك التصورات الوهمية التى وضعتها الأقوام الأولى لعدد كبير من الأجرام السماوية والظواهر الكونية فتصوروا لكل جرم إلهًا يحكمه ، ولكل ظاهرة إلهًا يتحكم بها ، تصوروه مشخصًا واضح المعالم و الملامح فى كثير من الأحيان .

وإذا رجعنا إلى جذور التاريخ سنجد حشداً كبيراً من الآلهة سنجد آلهة متنوعة رئيسية، فرعية، فرعية غير مهمة.

سنجد آلهة سماوية تمثل السماء، والأجرام السماوية والظواهر الكونية المختلفة، وأخرى أرضية تمثل شؤونًا مختلفة من شؤون الأرض والحياة، ولعل أشهر الآلهة تلك التى حكمت السماء (آلهة السماء) وتلك التى حكمت الشمس (آلهة الشمس) وآلهات أخرى للقمر وللشعرى اليمانية وللبرق والرعد والمطر وغير هذه الأمور.

ففى الحضارات القديمة جميعًا كانت هناك آلهة للسماء، بل أكثر من واحد فى كثير من الأحيان، وكذلك كانت لها آلهة للشمس، بل أكثر من واحد أحيانًا أيضًا.

ومن خلال الحشد الكبير للآلهة التى تمثل السماء وأجرامها وظواهرها تابعت الأقوام القديمة ما يجرى فى السماء وسجلوه فتكونت لديهم مفردات فلكية جمة، بقيت لنا منها بقية إلى اليوم. ومن ثم تابعوا أوقات ظهورها ليسترضوها وليقدموا لها الأضاحى والقرابين، لتكون (عونًا) لهم فى حياتهم.

لقد ربطت تلك الآلهة السماء بالأرض بالإنسان، فلم تعد السماء مجرد قبة زرقاء ساذجة تحدث فيها ظواهر معينة ثم تختفى دون معنى لقد كانت مليئة بآلهة ناشطة تفكر وتتحرك وتعمل على تدبير شئون الأرض، ولها تأثير مباشر على أمور الأرض والناس. فـ(رع) إله الشمس عند المصريين القدماء كان أبا الآلهة جميعًا، كان قادرًا قديرًا مانحًا الضوء والحرارة والحياة كلها. و(زيوس) سيد الأرباب عند اليونانيين كان رمزًا للقوة والسيطرة على السماء، استخدم الصاعقة وسخر الرعد والبرق ونزل المطر لتخصب الأرض، وله نشاطات مختلفة أخرى من ذلك يتبين أن الطابع الفلكى القديم ارتبط أول ما ارتبط بالآلهة وما يتعلق بها من طقوس دينية، وكهنة وسطاء بين الأرض والسماء. وكثرة الآلهة المرتبطة بالسماء يعنى كثرة ما عرفوا من أجرام وظواهر كونية وتخللت هذا الربط أمور وهمية خرافية، أمور ربطت ولادة الإنسان ومصيره بالنجوم والكواكب والأبراج، من أوضاع خاصة بها، كأن تقترن أو تتقابل أو . . أو . . أمور ما أنزل الله بها من سلطان.

وهذا الربط أطلق عليه مصطلح التنجيم (Astrolagy). والتنجيم ليس علمًا بأى حال من الأحوال، لكنه استخدام أدوات العلم، ودفع الفلك إلى التطور، لذلك استحق أن يدرس تاريخه كأساس لعلم الفلك.

والمقصود بالتنجيم - بشكل موجز - هو التنبؤ بالغيب، أو كما نعرفه اليوم: التنبؤ بشخصية ومستقبل الشخص من طالعه، أى من الأوضاع النسبية للشمس والقمر والكواكب والنجوم عند مولده أو عند الحمل به، ويعتقد المنجمون أن حياة الإنسان يحددها طالعه، أى موضع الشمس والقمر من منطقة البروج ساعة ميلاده، وقد قسمت الكواكب إلى ذات الطالع النحس وذات الطالع السعيد فعطارد مثلا دليل على قوة الدماغ، بينما زحل دليل على الكسل، ومن المفروض أن يجتمع تأثير الكواكب بناء على موضعها أو تباعدها في منطقة البروج[٣].

ولقد مارس السومريون فن التنجيم من شكل كبد أو أحشاء الحيوانات المقدمة قربانًا للآلهة. ومن أشكال الرصاص المصهور عند صبه فى الماء من أشكال كثيرة من النذر، ولاحظوا كذلك الظواهر الجوية والسماوية وآمنوا بأن حالات القمر والمذنبات وأقواس قزح يمكن أن تنبأهم بشيء عن الحصاد وعما ينتظرهم من أوبئة أو حروب وما إلى ذلك، ولقد كتب ما كان يظن أن الظواهر تتنبأ به فى سلسلة من اللوحات المسمارية التى كانت تراجع وتعدل بصفة مستمرة[٤].

والتنجيم فى أساسه ذو طبيعة دينية قام على أسس دينية مأخوذة من حضارات مختلفة لذلك وجدناه معششًا فى كل الحضارات القديمة، مارسه الصينيون والبابليون والمصريون والهنود والفرس واليونانيون. ومن ذلك أن الافستا (الكتاب الفارسى المقدس قديمًا) زعم أن روح كل شخص حى إنما تهبط من نجم عند ولادته وتعود إليه بعد موته لتنتظر الحساب[٥].

وفى الحضارة اليونانية، حيث تقدم علم الفلك وخضع إلى النظريات العقلية، عاش التنجيم حتى عند كبار علمائه، فقد اعترف أرسطو فى مناسبات كثيرة بإمكان وجود تأثيرات نجمية على الحياة اليومية[٦]. وكان الفلكى الكبير يودوكسوس مؤسس الفلك العلمى وأحد عظماء الفلكيين فى جميع العصور - كما يقول سارطون[٧] - قد درس النجامة الكلدانية وآمن بها. أما أفلاطون فقد اعتقد بأن كل روح تنتمى إلى نجم معين[٨].

وحتى بطليموس رب الفلك القديم كان يؤمن بالتنجيم، فقد ألف كتابًا شهيراً اسمه (المقالات الأربع) وهو كتاب تنجيمى كان موضع اهتمام الفلكيين، نقله وفسره وأصلحه عدد من الفلكيين، فنقله إبراهيم بن الصلت، وأصلحه حنين بن اسحق، وفسر المقالة الأولى أوطرقيوس وجمع المقالة الأولى ثابت، وأخرج معانيها وفسره عمر بن الفرخان

وإبراهيم بن الصلت والنيريزى والبتانى [٩] . ومن هذا الكتاب ومما انتقل من التنجيم الهندى والفارسى ومما كان لدى العرب فى العصر الجاهلى من أفكار تنجيمية انتقل التنجيم إلى الحضارة العربية الإسلامية . فكان فى بلاط المنصور العباسى عددٌ من المنجمين الفرس كنوبخت الفارسى وابنه (أبو سهل) وعمر بن الفرخان، إضافة إلى أن المنصور نفسه كان شديد الحب إلى التنجيم.

والفلك فى بداية نشوئه فى حضارتنا العربية الإسلامية، كان يغلب عليه الطابع التنجيمى، وتناقص هذا الجانب شيئًا فشيئًا، وما أن جاء عصر المأمون العباسى، حتى طغى الجانب العلمى، فاستخدم المنهج العلمى فى دراسة الفلك، وبقى التنجيم لكن لا أثر كبير له على مسيرة علم الفلك.

وفى حضارتنا أطلق على التنجيم أكثر من مصطلح منها (علم الأحكام) أو (أحكام النجوم) والمشتغل به (الاحكامى) أو (المنجم).

ويقول المستشرق الإيطالي نالينو : إن الفلكيين والمنجمين وبعض العلماء نسجوا على منوال بطليموس، فجعلوا التنجيم أحد فروع علم النجوم، وعلم النجوم قسم من الأقسام الأربعة الكبيرة التى تنقسم إليها العلوم الرياضية[١٠] .

وعاش التنجيم إلى جانب علم الفلك القائم على الرصد والملاحظة ولم يؤثر فيه أو يشله عن مسيرته وتطوره، فهناك منجمون يغلب عليهم الجانب التنجيمي، وهم قلة قليلة كأبى معشر البلخى الفلكى وأبى الحسن على بن أبى الرجال الشيبانى، وهناك الفلكيون وعلماء الفلك وهم الغالبية، ومع أنهم لم ينكروا التنجيم إلا أنهم أدوا خدمات فلكية علمية جليلة شهد بها الغرب الأوروبي وكانت أساسًا لفلكه الحديث.

وكان القرآن قد حارب كل أشكال الخرافات والتنجيم، وتبعًا لذلك حاربه العلماء والباحثون الواعون.

فالقرآن حصر الغيب بالله وحده، لا يعلمه إلا هو فقال تعالى : ﴿وعنده مفاتح الغيب لا يعلمها إلا هو . . .﴾[١١] وهناك غيرها من الآيات. ويعقد ابن خلدون فصلاً فى ذم التنجيم تحت عنوان «إبطال صناعة النجوم»[١٢] . وهناك عدد من المؤلفات حاربت التنجيم (كالنكت فيما يصح وفيما لا يصح من أحكام النجوم للفارابى) ورسالة فى إبطال أحكام النجوم لابن سينا). ولم يشذ الغرب الأوربى عن الحضارات الأخرى فى الإيمان بالتنجيم لقد كان غارقًا إلى أذنيه فيه أيام ازدهار الفلك فى حضارتنا العربية الإسلامية.

ففى قلب النهضة الأوربية الحديثة، كان التنجيم على أشده، آمن به كبار رجال العلم، ومن الشواهد على ذلك: فى باريس وحدها ٠٠٠, ٣٠ منجم فى القرن السادس عشر كلهم على استعداد لكشف الطالع لقاء قطعة من النقود[١٣].

وحتى رجال النهضة أنفسهم آمنوا بالتنجيم، فقد أوردت سيجريد هونكه المستشرقة الألمانية: «ولا عجب فى ذلك فغاليلو نفسه وكبلر ذاته كانا يكسبان خبزهما اليومي باستدرار النجوم أسرارها وسؤالها عن مصير البشر[١٤]».

وبعد النهضة العلمية الحديثة والتطور العلمي والتكنولوجى المتسارع بدأ التنجيم يتضاءل شيئًا فشيئا، وأخيرا انفصل عن علم الفلك انفصالا تامًا، لكنه لم يمت وينتهى، ففى العالم اليوم وفي كل مكان ممارسات تنجيمية وقراءات للطالع، وإن اختلف التنجيم الحديث عن التنجيم القديم في أهدافه[١٥] وخلا الجو لعلم الفلك، فتطور وازدهر... وعبر قيود وحدود الغلاف الغازي الأرضى، وصعد إلى عنان السماء وأصبح الفضاء لقمة سائغة بيد علماء الفلك، وصار العصر عصر الفضاء بكل معنى الكلمة، كما سنتحدث عنه في الباب الثالث.

٣ - الفلك قبل الحضارات القديمة

عندما نحاول أن نتتبع التاريخ الفلكي الطويل منحدرين إلى البداية لا نصل إلى نقطة واضحة محددة المعالم يمكن أن نطلق عليها نقطة البداية. ويشترك في عدم وضوح هذه النقطة كل العلوم.

فنحن نجهل متى ابتدأت العلوم في الزمان، وأين ابتدأت في المكان، وكيف ابتدأت، ولا أية تفصيلات أخرى؟ والمسألة خارجة عن نطاق إمكاناتنا وقدراتنا، وعبثًا نحاول الحصول على رقم محدد عنها.

ومجمل الذي نعرفه عن هذه المسألة أن (العلوم) ابتدأت منذ ابتدأ الإنسان على هذه الأرض، منذ ابتدأ يكافح من أجل لقمة عيشه وتوفير وسائل بقائه من مسكن يحمي نفسه داخله من الحر والبرد ويقي نفسه من المخاطر التي تحوطه، ومن عظم أو حجر يقطع به طعامه، ويحتمي به من أعدائه، ومن نار يشوى بها صيده أو يدفئ بها نفسه، ومن إناء يصنع به طعامه وشرابه. ولا بد لتوفير هذه الأمور الضرورية أن تدور أفكار حولها، وبالتالي تتولد في ذهنه أسئلة ذات طابع علمى.

وعلى الرغم من أن للإنسان البدائي منطقه الخاص الذي قد يختلف في الظاهر عن منطق الإنسان الحديث، لكنه يستند دون شك إلى أسس ومبادئ منطقية واضحة، بالنسبة له على الأقل. فليس ثمة اختلافات جوهرية بين المبادئ المنطقية التي تحكم تفكير الرجل البدائي وتلك التي تحكم الرجل الحديث، وإن الاختلاف بين نوعي التفكير هو اختلاف في الدرجة وليس في النوع(١٦) .

إذن الإنسان البدائي حمل فى رأسه بذرة العلم، ولكن أنّى لنا معرفة تفاصيل ومفردات هذه البذرة؟

المسألة صعبة ومعقدة وغير ممكنة، لأن جذورها غارقة فى أعماق التاريخ، وأعماق التاريخ مسألة فوق طاقاتنا وقابلياتنا فهي بالنسبة إلينا أشبه عمن يبحث في أمور غيبية.

هناك طرق غير مباشرة يمكن أن نعرف من خلالها شيئًا عن عقلية الإنسان البدائى وطرق تفكيره. يمكن ذلك من خلال علم الأجناس البشرية، أو علم الإنسان (Anthropology)، العلم الذى يصف قبائل بدائية تنتشر حاليا في أماكن متعددة في العالم. لكننا - وكما يقول فوريس- يجب أن نحذر من الثقة بمثل هذه الشواهد، لأنه ثبت أن بعض القبائل مجتمعات منحلة أكثر منها بدائية(١٧) .

يبقى لدينا شيء مهم جداً، وهو كل ما نملكه عن علم الإنسان البدائى إنها الآثار الباقية، المخلفات التي خلفها لنا في أحجاره أو كهوفه، لكن هذه المخلفات ليست هي نقطة البداية الحقيقية، إنها على أي حال، نقطة البداية الممكنة، بالنسبة لنا نحن دارسي أولئك الأقوام.

إذن نقطة الانطلاق هي الرسوم والنقوش التي خلفها الإنسان البدائى بعد ظهوره بفترة وبالفعل عثر المنقبون على أحجار منقوش عليها، يمكن أن تكون نوعًا من الكتابة البدائية والأرقام لم نستطع قراءتها. كذلك عثرنا على رسوم في جدران كهوف الإنسان البدائى، رسوم صورت لنا كوكبات النجوم التي راقبها ذلك الإنسان(١٨) .

ولاشك أن طبيعة العلم الذي عرفه - إن صح أن نسميه علمًا - تختلف عن طبيعة علمنا، نحن الذين بنيناه على أسس وقواعد متينة وفصلناه عن الأمور التي لا تتصل بالعلم، فلعلم الإنسان البدائي خصائصه المميزة التي تتمثل بالدرجة الأولى في اعتماده على الخرافات والأساطير وعدم استقلاله عما يدور حوله من مواد وقوى. فغالبًا ما يفسر البدائى الظواهر الكونية التى تحوطه بتفسيرات متداخلة تختفى وراءها أشباح وأرواح

وقوى مجهولة، وهذا لا يمنع أن يعلل - أحيانا- بعض الظواهر تعليلاً صحيحًا وبسيطًا.

ويذكر الانثروبولوجيون الذين درسوا المجتمعات البدائية أن أهم مبدأ يمكن في ضوئه فهم نظرة البدائيين إلي الكون هو اعتقادهم في تقمص الأرواح كل قوى الطبيعة ومظاهر الكون المختلفة، فكل ما في الكون من شموس وأقمار وأنهار ورياح ومطر وزلازل وبراكين وما إليها تعتبر عندهم كائنات حية كالإنسان تمامًا، لأن الأرواح تسكن - في نظرهم- كل شيء(١٩).

وهذا المبدأ يتجلى بأظهر صورة في نظرهم إلى المجموعة التي تضم الشمس والقمر والنجوم، فمعظم الشعوب البدائية يقابلون بين الشمس والقمر على أساس اختلاف الجنس، وكمثل لتصور البدائى لطبيعة هذه الأجرام نذكر ما تقوله قبائل الهنود الألجونكان. لقد تصوروا «أن الشمس هي الزوج والقمر هو الزوجة، وإنهما أنجبا ابنًا يتبادلان تربيته ورعايته، وحين يحتضن الأب (الشمس) ذلك الابن تحتجب الشمس عنا، ويحدث بذلك كسوف الشمس، بينما يحدث خسوف القمر حين تحتضن الأم (القمر) ابنها(٢٠). ومثل هذا التصور تصور البدائيون النجوم والكواكب المعروفة والظواهر الأخرى هذه صورة مناسبة توضح طبيعة (العلم) البدائى بالظواهر الكونية، وقل مثل ذلك في بقية الظواهر. التداخل وعدم الوضوح وعدم الاستقلال سمات أساسية لذلك العلم.

ولابد أنه تطور في الفترات اللاحقة، ولكنه مع ذلك لم يستقل ولم يكن علمًا قائمًا بذاته. كان - كما يقول فوريس - يتكون من عدد من القواعد الحسابية وطرق الحساب المستمدة من التجارة والتبادل والهندسة والضرائب والتنبؤ بالظواهر الفلكية وتحديد التقويم أو الأعياد الدينية، ولم يكن سوى جزء من الحكمة الدينية والفلسفية، ولم يكن يبني صورة للعالم خاصة به ترتكز فقط على مشاهدات الظواهر الطبيعية وعلى بعض قوانين الطبيعة المفترضة أو المقررة، فلقد كان هذا مفهومًا غريبًا تمامًا عن حضارة العصر قبل القديم، إذ كان عالم الحواس لا يزال يكون جزءاً من العالم كما خلقته الآلهة «في البداية»(٢١).

لقد كان إنسان ما قبل التاريخ يملك حصيلة مشاهداته السماوية العفوية، اليومية، والشهرية والفصلية والسنوية ولربما الدورية الأطول. كان يملك مفردات فلكية مفككة غير خاضعة لقانون عام، خضعت للخصائص البدائية التي أتينا على ذكرها، فعرف الشمس لأنها لازمته طول النهار، وعرف القمر لمثوله فوق رأسه في أغلب لياليه، وعرف النجوم

وهي تنتشر في أرجاء السماء هنا وهناك على شكل فرادى أو مجموعات، ولا بد أنه ميز بعضها عن بعض، فهذا ساطع وذلك خافت وذلك أشد خفوتًا، وهذه المجموعة تشكل شكلاً معينًا، وتلك تشكل شكلاً آخر.

ولا بد أيضًا أنه ميز بعضها عن بعض، فهذه تجرى بين النجوم مخالفة بقية أخواتها (وهى الكواكب السيارة)، وعرف ظواهر أخرى رأى الشهب تمرق فوق رأسه كل ليلة أكثر من مرة، وكأنها السهام التي تريد مكروهًا به. وعرف وعرف أمورًا قد تطول..

ولكن هذه الظواهر والأجرام لم تبق مجرد ظواهر (جافة) لا علاقة لها بحياته ويومه وخبزه، احتاج إلى قياس الزمن لينظم به حياته ومعاشه، فوضع له تقسيمات محددة، فالقمر في تغير دائم، ولا أسهل ولا أصلح من ربط الزمن به فقاس الزمن بدورات القمر أولاً، ومن ثم قاسه بالأعوام عن طريق الشمس وهكذا تراكمت معلوماته وتطورت.

الباب الأول
الفلك في الحضارات القديمة

الفصل الأول

الفلك فى حضارة وادى الرافدين

المقصود بحضارة وادى الرافدين، هو سلسلة الحضارات القديمة التى تعاقبت على أرض الرافدين (العراق حاليا)، وأشهر هذه الحضارات هي: الحضارة السومرية التى عاشت فى جنوب بلاد الرافدين بين نهرى دجلة والفرات.

- والاكديون والبابليون، وقد عاشوا فى وسط العراق.
- والآشوريون وعاشوا في شمال العراق.

إن إطلاق حضارة وادى الرافدين على هذه الحضارات يجنبنا مزالق الدخول في تفصيلات كل حضارة على حدة. فالتفصيلات ليست مقصودة هنا[٢٢]. المقصود هو إجمال الحضارة الفلكية القديمة في هذا الوادي.

وهناك من يطلق تسميات عامة أخرى منها حضارة ما بين النهرين (دجلة والفرات). أو حضارة بابل، لأن اسم بابل - كما يقول سارطون - يستعمل في أغلب الأحيان استعمالاً عامًا دون قيود زمنية[٢٣].

وأقدم حضارات وادى الرافدين المعروفة، هى الحضارة السومرية، ولكننا لا نعرف -بشكل أكيد - متى وكيف بدأت هذه الحضارة لأن الآثار والوثائق المتوافرة لا تسعفنا بالبداية.

والحضارة السومرية عاشت في حوالى الألف الرابع قبل الميلاد أو قبل ذلك بقليل، ظهرت في جنوب بلاد وادى الرافدين. وتدل مخلفاتها أنها كانت حضارة زراعية، حفرت القنوات والترع ووضعت نظامًا للرى، ولها الفضل فى اختراع الخط المسمارى الخط الذى وصل إلينا واضحًا عن طريق الألواح الطينية الموجودة حاليًا فى بعض متاحف العالم.

وقد حفظت لنا هذه الألواح الأثرية معلومات فلكية وجداول وأرصادًا . لذلك يمكن اعتبار هذه المخلفات الفلكية الخطية من أقدم الآثار الفلكية المنظمة .

ويذكر الفلكي جيرالد هوكنز أن ابن الرافدين لا بد أن يكون قد عرف شيئًا من أشكال النجوم أيام نوح عليه السلام والطوفان الذي يرجع تاريخه إلى ٤٠٠٠ سنة قبل الميلاد، ويسند قوله هذا بوجود إشارات إلى المجموعات النجومية في أقدم الألواح الفخارية البابلية[٢٤] .

ثم يتعرض إلى المعلومات الفلكية للرعاة القدماء، بين دجلة والفرات فيقول، إنهم بلا ريب عرفوا السماء معرفة وثيقة، فكانوا يرون أن الأرض قرص مسطح يتناهى وراء الأفق، أما فوق رؤوسهم فكانت تتراءى القبة الفلكية والسماوات العلى، وقد صورت لهم مخيلتهم أن بعض النجوم قد اتخذ شكل الراعي (Bootes) الذي يقود أمامه قطيعًا، من الشمس والقمر والنجوم، ورأوا أن النجوم تدور حول القطب في مدى أربع وعشرين ساعة، وأن الصياد الأكبر أوريون (Orion) يشرق من المشرق ويزرع السماء قبل أن يغيب في الغرب . أما الكواكب السيارة الخمسة فقد كانت أغنامًا جوالة تدب ببطء بين النجوم وليس لها صورة تثبت على حال[٢٥] .

هكذا بدت السماء في مخيلة ذلك الإنسان، فالليل طويل، والجو خال من الأضواء الصناعية والفراغ كبير والذهن خال من التعقيدات المدنية الحديثة، فماذا يمكن أن يتصور غير هذه الصور والخيالات . وإذا أردنا تتبع ما لدى ابن الرافدين من معلومات وأرصاد فلكية فلا بد أن نعرج على أثر لازال شاخصًا باقيا إلى اليوم . ففي جنود بلاد الرافدين، وفي مدينة الناصرية (محافظة ذي قار) وعلى بعد عدة كيلومترات لا تزال آثار شاخصة باقية على الأرض، تلك هي آثار مدينة (أور) السومرية التي ازدهرت حوالى ٣٥٠٠ سنة قبل الميلاد، وبين هذه الآثار يشاهد الزائر برجًا مدرجًا أو بناء أشبه بالهرم اسمه (الزقورة) . ومن يصعد إلى قمتها عن طريق الدرج الخارجية يجد نفسه مطلاً على أرض واسعة، كان هذا البناء أو الذى كان مكانه[٢٦] معبدًا يقدم فيه الكهنة وأتباعهم القرابين والأضاحى للآلهة، وفي نفس الوقت كان برجًا لمراقبة السماء . فالسماء هناك أكثر وضوحًا، لعلو البناء فكان الكهنة وأتباعهم يصعدون إلى القمة لرصد النجوم والكواكب وتسجيل الأرصاد والمعلومات الفلكية اللازمة، ويذكر جورج سارطون، ولما كان البرج من هذه الأبراج يشرف على سهول أرض ما بين النهرين، فإنه كان باستطاعة الكاهن الذي يقوم

بتقديم الأضاحي فوق قمته أن يشهد السماء جميعها بدون حائل أو مانع إذا أراد، وقام بعض الكهنة بذلك فجمعوا لنا أرصاداً قيمة(٢٧) .

وقد خلف لنا السومريون ومن تلاهم من حضارات وادي الرافدين إنجازات فلكية مهمة وكثيرة. ولعل أهم ما امتاز به أبناء الرافدين هو اكتشافهم الطريقة الستينية في العد، والطريقة الستينية هي اختيارهم العدد (ستين) - كوحدة كبيرة - أساساً للعد(٢٨) . فكانت السنة عندهم ٣٦٠ يومًا، وقسموا اليوم إلى ست ساعات ثلاث ساعات للنهار وثلاث ساعات لليل مع اختلاف طول كل ساعة عن الأخرى، غير أنهم أدركوا عدم صلاحية الساعات غير المتساوية للشؤون الفلكية، فقسموا اليوم بأجمعه (الليل والنهار) إلى اثنتى عشرة ساعة متساوية كل منها تساوى جش (Gesh) (٢٩) . أي أنهم قسموا يومهم الفلكي إلى ٣٦٠ قسمًا متساويًا، فصارت السنة ٣٦٠ يومًا واليوم ٣٦٠ جشًا. وامتد نظام التقسيم ٣٦٠ الى دوائر العرض، ومن بعد ذلك في العهد الأخميني إلى دائرة البروج في الأبراج الاثنى عشر (Zodiac)، وفي كل واحد من هذه الأبراج الاثنى عشر(٣٠) .

وقسموا سنتهم إلى اثنى عشر شهراً قمريًا يزيدونها شهراً واحداً في كل ثلاثة أعوام أو أربعة، حتى يتفق تقويمهم هذا مع فصول السنة ومع منازل القمر، وكانت كل مدينة تسمى هذه الأشهر بأسماء خاصة(٣١) . والتقسيم الستيني للأعداد براعة رياضية سومرية، يشهد بقوتها استمرار استخدامها وامتدت إلى البابليين، واتسعت ولازالت هذه الطريقة مستعملة إلى اليوم، فلازلنا نستخدم طريقتهم في تقسيم اليوم إلى ٢٤ ساعة. والساعة إلى ستين دقيقة، والدقيقة إلى ستين ثانية. وكذلك الدائرة، فهي عندنا تساوى ٣٦٠ درجة كما عندهم والدرجات على أساس ستيني كذلك.

والبابليون هم الامتداد الطبيعي للسومريين، ورثوا المعارف الفلكية السومرية القديمة، وطوروها، فازدادت الأرصاد والمعلومات الفلكية العامة، ووصلت الذروة، فإذا ذكر الفلك القديم فالبابليون أربابه وأصحابه، يقول ول ديورانت: وكان الفلك هو العلم الذي امتاز به البابليون وهو الذي اشتهروا به في العالم القديم كله(٣٢) .

ويقول سارطون: إن البابليين أقاموا الأسس الرياضية التي لا يمكن أن يقوم فلك علمى بدونها، وبدأوا بسلسلة طويلة من الأرصاد التي لولاها لاستحال تحقيق القواعد العامة الحديثة(٣٣) .

وعلم الفلك القديم، بشكل عام جمع بين العلم وغير العلم، تداخل العلم مع التنجيم والخرافات والأساطير والآلهة المتعددة - كما ذكرنا في فصل سابق - فلم يدرس البابليون الأجرام السماوية دراسة علمية من أجل العلم، إنما درسوها وتابعوها بدوافع دينية تنجيمية، كالتنبؤ بإرادة الآلهة التي هي بعض أجرام السماء.

لقد عرفوا الشمس والقمر والنجوم والكواكب وألّهوا بعضها وعبدوه وقدسوه، فكان كل كوكب من الكواكب إلهًا تهمه شؤون الناس ولا غنى عنه في تدبيرها، فالمشترى (مردك) وعطارد (نابو) والمريخ (نرجال)، والشمس (شمس)، والقمر (سن) وزحل (نيب)، والزهرة (اشتار). وكانت كل حركة من حركات كل نجم أو كوكب تدل على أن حادثًا وقع على الأرض، أو تتنبأ بوقوعه، فإذا كان القمر (منخفضًا) مثلاً كان معنى ذلك أن أمة بعيدة ستخضع للملك، وإذا كان هلالاً كان معناه أن الملك سيظفر بأعدائه. وأضحت الجهود التي تبذل لاستخلاص العلم بالمستقبل من حركات النجوم شهوة من شهوات البابليين، واستطاع بها الكهنة الخبيرون بالتنجيم أن يجنوا أطيب الثمرات من الملوك والشعب على السواء[٣٤].

ومن خلال المعلومات الفلكية القديمة المتراكمة، ومن خلال الأرصاد الطويلة ورسم الخرائط الفلكية التي كانت تهدف في الغالب إلى التنجيم والتنبؤ بالغيب وإرادة الآلهة تطور علم الفلك في وادي الرافدين، فعرفوا مفردات فلكية جمة حفظتها لنا الألواح الطينية القليلة المتبقية التي اكتشفها علماء الآثار في المناطق التى عاشت فيها هذه الأقوام وحفظتها مصادر التأريخ الأخرى، وتابعوا مسارات الشمس والقمر وشاهدوا اقترانهما ولاحظوا الكسوف الشمسي والخسوف القمري. يقول سبتينوموسكاتي: كان البابليون يسجلون تسجيلاً صحيحًا حركات الشمس والقمر فصارت لهم في القرن السابع قبل الميلاد القدرة على التنبؤ بما يتنابهما من خسوف أو كسوف[٣٥].

وعينوا مسارات الشمس والقمر والكواكب السيارة الخمسة المعروفة، عطارد والزهرة والمريخ والمشترى وزحل، وهى ما تعرف بمنطقة البروج[٣٦]، والبابليون كانوا أول من ميزوا النجوم الثابتة من الكواكب السيارة تمييزًا دقيقًا[٣٧].

وعرفوا أن هذه الكواكب السيارة وكذلك القمر لا تبتعد فى حركاتها مسافة بعيدة في خط العرض من مدار الشمس فى منطقة البروج - كما رصدوا المواضع النسبية للكواكب والنجوم فى المنطقة الضيقة فى السماء (الزودياك) (Zodiac).

وحدد أبناء حضارة وادى الرافدين تاريخ الاعتدال الربيعى والاعتدال الخريفى، وحددوا أيضًا تاريخ الانقلاب الصيفي والانقلاب الشتوى. وكذلك حددوا مواضع عدد من النجوم، تذكر الباحثة الفرنسية مرغريت روثن: أن البابليين حدّدوا مواقع أربعة وعشرين نجمًا نصفها شمالاً ونصفها الآخر جنوبًا وسموها (قضاة الكون).

أما الأرض بالنسبة إليهم فهى على شكل سفينة مقعرة[٣٨]. وللبابليين - كما ذكرنا - أرصاد جمة، وأهم هذه الأرصاد تلك التى تتعلق بالزهرة بشكل خاص، وقد وصل إلينا بعض أزياج خاصة بالزهرة من عصر الملك «امي - صادوقا»، وهو الملك العاشر من الدولة الآحورية التى كان حمورا بى سادس ملوكها، وتطلب فهم هذه الأزياج براعة الكثيرين من الباحثين، وعرف الفلكيون البابليون من عصر (امي - صادوقا) (١٩٢١ - ١٩٠١ ق م) أول ظهور الزهرة وآخر ظهورها، أى عند غروب الشمس وشروقها، كما عرفوا طول مدة اختفائها، وأرفقوا بذلك نوعًا من الفأل الملائم لكل حالة فمثلا: إذا اختفت الزهرة فى الشرق فى اليوم الواحد والعشرين من شهر آب، أو ظلت مختفيةً فى السماء شهرين و١١ يومًا، ثم شوهدت فى الغرب فى اليوم الثاني من شهر (ارخسمنا) فمعنى ذلك أن أمطارًا سوف تهطل فى البلاد، وأن خرابًا سوف يحل بها فى السنة الرابعة، وإذا اختفت الزهرة فى الغرب فى اليوم الخامس والعشرين من تموز وظلت مختفية فى السماء سبعة أيام، ثم شوهدت فى اليوم الثانى من آب فى الشرق، فستكون أمطار فى البلاد وسيقع الخراب بها فى السنة الثانية، وإذا اختفت الزهرة فى الشرق فى الخامس والعشرين من آذار، السنة (الثامنة + السنة التاسعة).

وفى هذه الأزياج حسب كل من الشهور التى تكون فيها الزهرة غير مرئية ثلاثين يومًا، وعرف الفلكيون البابليون مدة اقتران الزهرة (٥٨٤ يومًا) وأدركوا مدة الثمانى السنوات التى تعود فيها الزهرة إلى الظهور، فتظهر خمس مرات فى نفس المواضع (كما تشاهد من الأرض)[٣٩].

وعرفنا من مخلفات الحضارة البابلية أنها عرفت نوعين من الساعات، الساعات الشمسية أو المزولة، والساعة المائية، فالأولى تستعمل لقياس ساعات النهار، والثانية تستعمل لقياس ساعات الليل، ويقول ول ديورانت: إن أكبر الظن أنهم لم يعملوا على ترقية هاتين الساعتين فحسب بل أنهم اخترعوهما اختراعًا[٤٠]. وعرف الكلدانيون قطب المغناطيس، وتقول روثن: إنه خاص بهم وحدهم وكان على شكل نصف كرة مقعرة وكرة

ثانية معلقة فى وسطها تعكس ظلاً من الداخل(٤١) ، لقد بقيت آثار حضارة وادى الرافدين إلى اليوم، سواء عن طريق القليل من الألواح الطينية المتبقية بشكل مباشر أو من خلال تراث الحضارات المتعاقبة التى ورثت الكثير من المعلومات والأرصاد القديمة بشكل مباشر.
فهم (البابليون) على أى حال قدموا معلومات فلكية عامة كثيرة، ونترك الحكم لجورج سارطون أحد كبار رجال تاريخ العلم، فهو المطلع الخبير على الحضارات القديمة يقول: «إنهم المؤسسون للفلك العلمى، وأن النتائج المدهشة التى حصل عليها الفلكيون الكلدانيون والإغريق من بعدهم أمكن تحقيقها بفضل استنادها إلى الأساس البابلى.
ومن المحتمل أن البابليين أثروا أيضًا فى شعوب شرقية أخرى - كالإيرانيين والهنود والصينيين، لكن هذا احتمال مختلف فيه كثيراً»(٤٢) .

الفصل الثانى

الفلك في حضارة وادى النيل

حضارة وادى النيل كزميلتها حضارة وادى الرافدين، كانت متقدمة قياسًا إلى حضارات البحر الأبيض المتوسط، كانت متقدمة فى أكثر من مجال من مجالات المعرفة، وبشكل خاص فى مجالى الطب والهندسة، والأدلة ليست عسيرة على هذين المجالين، فيكفى للتدليل على تقدم الهندسة المصرية، التصميمات الرائعة للأهرامات الفرعونية التى تحدت الزمان والمكان، إضافة إلى تنظيم الرى والسقى.

ولاشك أن لهذا التقدم أسبابه، منها الموقع الجغرافى الاستراتيجي، ووجود نهر النيل الكبير وما يترتب على فيضاناته المستمرة من خصوبة الأرض ووفرة المحاصيل الزراعية ولطافة الجو وصفائه، ولّد هذا كله بيئة خصبة لنمو العلوم والمعارف.

ولاشك أيضًا أن الجو المصرى الصافى ساعد المصريين القدماء على تتبع السماء وجمع المعلومات الفلكية.

وقد حصلنا من خلال النقوش والكتابات والآثار الباقية كثيرًا من المعلومات الفلكية، وعددًا من الأدوات التى كانت تستخدم فى علم الفلك، ويبدو أن علم الفلك المصرى - من خلال ماتوافر لدينا من مصادر- يبدو أنه كان أقل تقدمًا من الفلك البابلى أو فلك ما بين النهرين، يقول ول ديورانت «وكانوا فى هذا العلم (علم الفلك) بوجه عام أقل رقيًا من معاصريهم فى أرض النهرين»(٤٣) ، لكن المصريين القدماء كانت لديهم أدوات أفضل من أدوات أبناء الرافدين(٤٤) .

والحقيقة أن مثل هذا الحكم يتوقف على كمية المصادر الواصلة إلينا، ولكى يكون دقيقًا ينبغى توافر المصادر الكافية فى هذا المجال على أي حال ليس يعنينا من هو الأكثر تقدمًا، في هذه الدراسة.

وإذا أردنا أن نذكر جذور العلوم المصرية القديمة فلابد أن ندخل فى معمعة أساطيرهم وآلهتهم، ومن أساطيرهم أسطورة تقول: إن العلوم كلها اخترعها منذ ١٨,٠٠٠ سنة قبل الميلاد (تحوت) إله الحكمة المصرى من خلال حكمه على ظهر الأرض البالغ ثلاثة آلاف سنة(٤٥) .

ولا مناص من الدخول فى قلب الأساطير لننتزع الأفكار الفلكية التى اعتقدوا بها. فالعلْم المصرى خاصة لم يكن بأيدى الناس، وإنما احتكره الكهنة، فالكهنة هم العلماء والمشرفون على العلوم والفنون والصناعات وكانوا يقيمون فى المعابد بعيدين عن صخب الحياة وضجيجها، وهناك وضعوا أسس العلوم، ومزجوا بين العلم الصحيح والخرافة. ويؤكد ديورانت على الجانب الفلكي فيقول: وكان الكهنة يرون أن دراساتهم الفلكية من العلوم السرية الخفية التى لا يحبون أن يكشفوا أسرارها للسوقة من الناس»[٤٦].

والمصريون القدماء بشكل عام اعتقدوا بعدد كبير من الآلهة، وربطوا بين هذه الآلهة والأمور الحياتية الكثيرة، فلكل مظهر، وشيء إله ومن ذلك، مظاهر الطبيعة الكبيرة، فللأرض إله وللقمر إله وللشمس إله وللهواء إله وللجبال إله»[٤٧].

وعلى رأس هذه الآلهة الكثيرة يقف الإله (رع) إله الشمس فهو (أبو الآلهة) و(ملك الآلهة) و(ملك البشر). أما سبب تبوء الشمس هذه المكانة المرموقة فلمزاياها الكثيرة، فهى فى حضور دائم تشرق يوميًا، لتبدأ رحلة طويلة من الصباح حتى المساء، وهى على هذه الحال منذ أمد طويل، ولازالت وسوف تبقى للأجيال القادمة، وهى مصدر خير كبير، مصدر الضوء العام، ومصدر الدفء والحرارة، ومصدر لنمو المحاصيل الزراعية، وفى رحلتها اليومية تخيلها المصريون حين تشرق طفلاً أسموه (خبرى) وعند الظهر أسموه (رع) وعند المساء تخيلوها شيخًا وقورًا أسموه (اتوم).

ولكن كيف تتحرك يوميًا من الشرق إلى الغرب، لابد من مركب[٤٨] فتصوروا لها مركبًا لتعبر به السماء، كما يعبر المصرى النيل بالقارب من الضفة الشرقية إلى الضفة الغربية.

وهى فى كل ذلك مصورة على شكل إنسان قادر قدير خلق نفسه بنفسه، وخلق الكون كله. فهو الذى أوجد السماء، وأوجد الأجرام السماوية المنتشرة فيها، وقد حفظت لنا المقابر والبرديات أكثر من صورة للسماء، ومن أشهر الصور الكونية المصرية، صورة «البقرة السماوية» المنحوتة على الجدران الحجرية فى عدد من المقابر الملكية والصورة تمثل السماء على شكل بقرة قائمة يسندها عدد من الآلهة، فالإله (شو) إله الهواء تحت البقرة يسند بطنها، وحول كل رجل من أرجلها إلهان يسندانها، وفى بطن البقرة صف من النجوم، إضافة إلى زورقين يبحران فى طول بطنها، وفى أحدهما رجل يتخذ من قرص الشمس لباسًا لرأسه[٤٩].

ومن الصور الكونية الشهيرة الأخرى الموجودة فى البرديات والمقابر رسم يمثل أحد

الآلهة وهو (نوت) إله السماء، وقد توهموا في هذا الرسم أن السماء كلها محاطة بجسم الإله (نوت) تحمل جسمها على أطراف يديها وقدميها ويمتد تحتها إله الأرض (جب)، وإله الهواء (شو) يقف فى الوسط(٥٠) .

أما الأرض فقد ورد أنهم صوروها على شكل علبة مستطيلة، ينقل ول ديورانت، ويلوح أن راصدى النجوم فى الهياكل كانوا يظنون الأرض صندوقًا مستطيلاً تقوم فى أركانه الجبال لتمسك السماء(٥١) . أوهام وخرافات وأساطير ما أنزل الله بها من سلطان، نسجوها من أخيلتهم الواسعة، ليجسدوا الأرض والسماء والأجرام السماوية لتقترب إلى أذهانهم.

والمصريون القدماء ككل أبناء الحضارات القديمة. مزجوا بين الفلك الصحيح والأسطورة والآلهة، وسنذكر أن من بين ما خلفوا لنا، خلفوا مواد فلكية علمية، وإن كانت بسيطة، وفى طفولة العلم ليس مستغربًا أن نجد مثل هذه التصورات، وفي هذا الصدد نذكر ما قاله رودلف آنتس، يقول: ولا جدال فى أن المصريين منذ بداية تاريخهم حوالي عام ٣٠٠٠ ق .م. قد كانوا على علم بأن لا سبيل إلى فهم تصور مباشر للسماء عن طريق العقل والتجربة الحسية، وكانوا يدركون أنهم إنما يستخدمون الرموز لجعلها ممكنة الفهم فى نطاق الحدود الإنسانية(٥٢) .

وفى تاريخ الفلك المصرى القديم ظاهرة فلكية دينية غريبة لابد من ذكرها، فالمعابد المصرية بنيت على وفق مواصفات فلكية معينة وكذلك الهرم الأكبر قرب القاهرة. فهذا الهرم بنى بحيث اتجهت جوانبه بدقة إلى الشمال والجنوب والشرق والغرب، وحول وضعية هذا البناء يقول جيرالد هوكنز: «من الصعب أن يحدث هذا التوجيه الدقيق بمجرد الصدفة، ولكن غرض الذى بناه سر غامض لا علم لنا به»، وحول المعابد يقول: «وقد يبدو لنا للوهلة الأولى أن المعابد الكثيرة المنتشرة فى وادى النيل قد بنيت عفواً بحيث تتجه ممراتها الرئيسية إلى غير ما وجهة معينة، ولكن البحث المتروى، على أية حال، يدلنا على أن عدداً كبيراً منها قد بنى بحيث يدل على شروق نجم معين أو غروبه، فبعض المعابد يتجه شطر النجم المشرق اللامع في نصف القبة الفلكية الجنوبية سهيل، وبعضها يشير إلى الشعرى اليمانية والبعض الآخر إلى الشمس فى منتصف الصيف أو منتصف الشتاء»(٥٣) .

إن الأفكار الفلكية المصرية لم ترق بأى شكل من الأشكال لتكون نظريات فلكية، فلم تجمع الأرصاد لوضع نظريات فلكية، وإنما كانت من أجل أغراض عملية محدودة، فكان

علم الفلك المصرى تطبيقيًا . عمل خرائط سماوية ورسومًا فلكية[٥٤] وصنع آلات فلكية للرصد، وكل الوثائق التى وصلتنا كان لها هدف واحد، هو تحديد الساعة التى يجب أن يتم فيها هذا الاحتفال الدينى أو ذلك (أى أن الفلك من أجل الدين) وهذا هو منشأ علم الفلك المصرى[٥٥] .

وقدرة المصريين فى الفلك - حسب قول سارطون - تتضح من خلال المزاول الشمسية[٥٦] البارعة وتركيبة المطمار على العصا الفرجونية التى مكنتهم من تحديد سمت البداية، ومن هذه الأدوات بقايا محفوظة فى متحفى القاهرة وبرلين، ويمكن اختبار نماذج دقيقة منها فى كثير من المجموعات الأثرية المصرية الفلكية[٥٧] .

وبشكل عام، كانت السماء لدى المصريين ساحة خصبة لعبوا فيها ألعابًا مختلفة، أطلقوا لها خيالهم، وحركوا فيها عقولهم فى حدود ما استطاعت أن تتحرك . ولعل أفضل ما قدم العقل المصرى في مجال السماء هو ربط الأحداث المعاشية بالظواهر الكونية، فالقمر إله جميل أنزلوه منزلة قريبة من الشمس، فعبدوه وقدسوه وفى الوقت نفسه لفتت أنظارهم حركته المستمرة وتغيره التدريجى الدائم، من هلال إلى بدر إلى هلال، وحركته فى المواقع المختلفة طول الشهر، فاستغلوه لتنظيم الزمن فحسبوا الزمن بواسطته لكنهم اكتشفوا مزالقه فتركوه، ثم قاسوا الزمن بالتقويم الشمسى، وهم فى هذا الابتكار (السنة الشمسية) قفزوا قفزة علمية لم يتمكن البابليون والآشوريون من تحقيقها[٥٨] .

وعلى مستوى الكواكب، ظلوا قرونًا متتالية يتتبعون مواقع الكواكب وحركاتها حتى شملت سجلاتهم فى هذه الناحية آلاف السنين، وكانوا يميزون الكواكب السيارة الخمسة من النجوم الثابتة، وذكروا فى فهارسهم نجومًا من القدر الخامس(وهى لا تكاد ترى بالعين العادية) [٥٩] .

وميزوا كوكب الزهرة بين الكواكب السيارة ومثلوه بقرص يشبه المرآة تسقط عليه أشعة الشمس، وعلى هذا يبدو أنهم أدركوا أن الزهرة كوكب وليس نجمًا، وأنها من توابع الشمس واعتبروها رمزًا للجمال وأسموها الإله (حتحور) أو (هاتون)[٦٠] .

ولما كانت السماء موضع اهتمام المصريين القدماء بسبب ارتباطها بآلهتهم وحياتهم المعاشية، وجدنا عندهم عددًا من النجوم اتخذوها قواعد لتحديد الوقت للعبادة وتقديم القرابين وتحديد الأعياد وما إلى ذلك، وقد وجدت منتشرة على أشكال معينة، فتصوروها

مجموعات مجموعات لتسهل معرفتها، ولدينا جداول خاصة بالنجوم خلفتها لنا حضاراتهم.

ومن خلال الرسوم الموجودة فى بعض القبور عرفنا أن المصريين عرفوا بعض الأبراج. فالدب الأكبر كان يسمي (فخذ الثور)، وهناك الأوزة المرسومة على شكل رجل ممدد الذراعين، وهناك (أوريون) على شكل رجل راكض ورأسه ملتفت إلى الوراء، وهناك التنين بعدة صور، والثريات والعقرب والحمل[٦١].

وقد أعطى الراصدون المصريون اسمًا لكل شيء سماوي، فالكواكب سميت (النجوم التى لا ترتاح أبدًا) وفينوس سميت (نجمة الصباح)، وجوبتر سميت (النجمة البهية) وسارتون سمى (هوريس الثور) والمريخ (هوريس الأحمر)، أما النجوم القطبية الموجودة طول السنة فقد سميت (بالنجوم الخالدة)[٦٢].

وأهم نجم لدى المصريين القدماء هو الشعرى اليمانية (Cirius) فقد ارتبط هذا النجم الساطع بأهم ظاهرة عرفها المصريون، وهى ظاهرة فيضان النيل السنوى، فقد لاحظوا أن ظهور هذا النجم فى سماء الفجر يتفق تمامًا مع فيضان النيل السنوى، ولما كان النيل وفيضان النيل أهم حدث فى حياة المصريين، باعتبار وجوده حياتهم، اهتموا بمراقبة الشعرى اليمانية المرافقة لفيضانه، لذلك وضعوا تقويمًا سنويًا دقيقًا عدته ٣٦٥ ١/٤ يوم يعتمد حركة هذا النجم، رغم استخدامهم تقويمًا مدنيًا آخر مدته ٣٦٥ يومًا مقسمًا إلى اثنى عشر شهرًا، طول كل شهر ثلاثين يومًا والأيام الخمسة الباقية عطل.

وتبدأ السنة العادية فى أول يوم من شهر توت[٦٣]، وتبدأ السنة الفلكية أو سنة الشعرى اليمانية يوم يطلع هذا النجم مع طلوع الشمس.

ولا شك أن الفلكيين حاروا في أمر هذا النجم بعد أن رصدوه عدة سنين وذلك لأن مدة السنة العادية ٣٦٥ يوما ومدة سنة الشعرى ٣٦٥ ١/٤ يوم وهذا الاختلاف يجعل توافق طلوع الشمس والشعرى، وهو رأس السنة الفلكية يتأخر يومًا كاملاً عن رأس السنة العادية كل أربع سنوات، ومعنى ذلك أنه إذا وقع رأس السنة الفلكية فى أول شهر (توت) فإنه بعد أربع سنوات يقع فى اليوم التالى له، وبعد أربعين سنة يتأخر رأس السنة الفلكية عن رأس السنة العادية عشرة أيام[٦٤]. وقد أدرك المصريون هذا الاختلاف ولم يتداركوه، حتى جاء فلكيو الإسكندرية اليونانيون فأصلحوه بأمر من (يوليوس قيصر) عام ٤٦ قبل الميلاد، وذلك بإضافة يوم بعد كل أربع سنين، ومن هنا جاء تسمية التقويم اليوليوسى.

الفصل الثالث

الفلك فى الحضارة الصينية

هناك فى أقصى الشرق حضارة عريقة ذات رقعة واسعة وذات كثافة بشرية كبيرة، اسمها الحضارة الصينية.

تشترك هذه الحضارة مع الحضارتين البابلية والمصرية القديمة فى امتدادها إلى جذور التاريخ القديم، وتشترك أيضًا في اختراعها الكتابة، وفى خصائص ثقافية أخرى.

وفى نفس الوقت تنفرد بصفات خاصة، كما تنفرد تلك الحضارتان بصفات خاصة أيضًا، ولعل أهم ما تنفرد به الحضارة الصينية هو الكثرة الكاثرة من البشر. مما سبب وجود أنساق وأشكال اجتماعية ودينية متعددة داخل المجتمع الصينى الكبير، فعدد الديانات كبير وعدد الآلهة أكبر، واللغات عديدة، واللهجات أكثر، والأصول العرقية لا عدَّ لها، والاختلاف فى العادات والأخلاق والطقوس والأوضاع الاجتماعية الأخرى لا حدود لها.

إذن الحضارة الصينية وضعية مزيجة من عدد كبير من التنوعات والاختلافات وهذا ما يجعل الدراسة التفصيلية لعلم الفلك عند الصينيين أكثر صعوبة من دراسة الفلك فى وادى الرافدين ووادى النيل. لكن الصورة الإجمالية ممكنة بشكل أكيد.

وإذا أردنا البداية، كيف ومتى بدأت تلك الحضارة، فسوف لا نجد شيئًا واضحًا، كما في الحضارات الأخرى، فالأمر هنا خارج عن أيدينا، لكن الاكتشافات الأثرية الحديثة أزالت النقاب عن ثقافة صينية قديمة، فقد دلت الكشوف الحديثة أن ثقافة تنسب إلى العصر الحجرى الحديث وجدت فى البلاد الصينية متأخرة بألفى عام عن مثيلتها فى عصر ما قبل التاريخ فى مصر وسومر، ويقول ديورانت وهذه الحقيقة على ضآلة شأنها ترجح القول بأن الثقافة الصينية دامت سبعة آلاف سنة متواصلة غير منقطعة، وهو عهد ماأطوله، وقلَّ أن يوجد له فى غير الصينيين نظير[٦٥].

وللفلك فى الحضارة الصينية تاريخ طويل، امتد إلى جذور التاريخ القديم، ليتشابك مع التنجيم والخرافات والآلهة المتعددة، شأنه شأن كل الفلك القديم بل وأكثر. وفى طفولة الحضارة لا نتوقع غير المزيد من الأوهام والأساطير والخيالات، وقد مرت بنا هذه الأمور في حضارتى وادى الرافدين ووادى النيل أيضًا.

وللصينيين عادة فلكية طريفة نبتدئ بها : كان الصينيون عند حدوث كسوف شمسى يظنون أن (تنينًا) [٦٦] كبيراً ابتلعها (أي الشمس) فيجتمع الناس محدثين ضجة لإرعابه وإبعاده وحين ينتهى الكسوف يظنون أن ضجيجهم سبب هروبه ، ولاشك أن هذه العادة خرافة تقع ضمن التنجيم الذى ملأ حياة الصينيين .

والتنجيم يعنى التنبؤ بالغيب - كما مر بنا - فكان الصينيون يدرسون طرق التنبؤ بالغيب ، ولعل أشهر كتاب عندهم فى مجال التنبؤ وغيره هو كتاب (التغيرات) الشهير (أى جنج) ألفه (ون واغ) ، والكتاب يبحث فيما وراء الطبيعة ، وكان الصينيون يدرسون فيه طرق التنبؤ بالغيب ، ويقولون إن كل من فهم ما فيه من توافيق يدرك جميع قوانين الطبيعة ، وقد نشر هذا الكتاب حكيمهم المشهور كونفوشيوس (٥٥١ - ٤٧٩ ق م) بنفسه وجمله بما علق عليه من حواش وكان يفضله على كل ما عداه من كتب الصينيين [٦٧] وفى هذا الكتاب الشهير تمييز واضح وصريح بين السماء والأرض . فالسماء مرتفعة والأرض منخفضة ، ولهذا احتلت الأولى الصدارة والمقام الأول فى الموجودات ، وعلى هذا فجميع خطوط متوالية السماء السداسية متصلة ، على هذه الصورة (䷀) وتعبر عما هو عظيم ومبدع ونافع وقويم وراسخ فالسماء منشأ جميع الأشياء وبفضلها تتبدى فى أشكالها الكاملة . ويتبلور أسلوب السماء فى التغيير والتبديل ، بحيث ينال كل شىء فى الكون فطرته السليمة التى تحددها السماء ، وعندئذ يتحقق للكون الوحدة والتجانس .

أما الأرض فجميع خطوطها الستة متقطعة على هذه الصورة (䷁) وتدين لها جميع الأشياء بمولدها ، وهى تتلقى -طائعة - تأثيرات السماء فهى ساكنة سكونًا تامًا ، صفتها الوداعة والسماحة وتتبع سيدها[٦٨] .

وإذا كان تفكير الصينيين بهذا المستوى فماذا يمكن أن يقدم ابن تلك الحضارة من نشأة الكون ، الذى تصوره مليئًا بالقوى والأسرار ، غير صورة يوحيها نظره المحدود وضعفه إزاء هذه القوى والأسرار ؟

لقد رجم بالغيب وكأنه مطلع عليه وراح يسطر الأساطير وينسج الخرافات فمن القرن الثالث الميلادى وصلتنا أسطورة كونية تتحدث عن بداية الكون ونشأة الخلق (أسطورة با إن كو فى الخلق) ويقول ديرك بودى : إن مصدرها مصنف غامض لا يعرف اليوم إلا من

اقتباسات فى دوائر معارف لاحقة للقرن الثالث الميلادى وملخص الأسطورة : كانت السماء والأرض يومًا ممتزجتين امتزاجًا لا انفصام له (هون - تون) كبيضة الفرخ حيث أنجب داخلها (با إن - كو) (وهو اسم لعلة يعنى (القدم المتراكم). وبعد ١٨٠٠٠ سنة انفتقت هذه الكلمة البدائية فأما ما كان براقًا لطيفًا فقد شكل السماء، وأما ما كان مظلمًا كثيفًا فقد شكل الأرض، ثم أعقب ذلك فى أثناء ١٨٠٠٠ سنة أخرى أن طفقت السماء تزداد كل يوم عشرة أقدام فى الارتفاع ، والأرض تزداد كل يوم عشرة أقدام فى الكثافة ، ويزداد (با إن كو) بينهما كل يوم عشرة أقدام فى الحجم. وكان ذلك كيف انفتقت السماء والأرض ببعدهما الحالى الذى يبلغ ٩٠٠٠٠ لى (حوالى ٣٠٠٠٠ ميل إنجليزى).

وتضيف نصوص أخرى لعلها لاحقة بعض الشىء فى التاريخ، مزيداً من العلم بأن (با إن - كو) بعد أن «مات تحولت أنفاسه فصارت الرياح والسحب، وصوته الرعد وعيناه اليمنى واليسرى الشمس والقمر على الترتيب وأطرافه الأربعة وأجسامه الخمسة (الاصابع) أقسام الأرض الأربعة وجبالاً عظيمة خمسة، ودمه الأنهار وعضلاته وعروقه طبقات الأرض ولحمه التربة وشعره ولحيته الأفلاك وجلده وشعر جسده النبات والشجر وأسنانه وعظمه المعادن والأحجار، ونخاعه الذهب والأحجار الكريمة وعروقه المطر، أما الطفيليات على جسده فقد صارت الناس بعد أن لقحتها الريح، وكثيراً ما ظهر في المناظر المصورة من عصور متأخرة آماداً بعيدة في هيئة خالق أقرن ينحت بقدوم وأزميل الكون[٦٩].

والسماء [٧٠] في الحضارة الصينية القديمة أمر مقدس، اهتموا بها اهتمامًا كبيراً، فعبدوها، وبنوا لها المعابد والهياكل، وكانت حياة الصينيين على الأرض تتفق والحياة فى السماء، فأعياد السنة تحددها منازل الشمس والقمر بل أن نظام المجتمع من الناحية الأخلاقية قام على منازل الكواكب السيارة والنجوم [٧١].

وعبد الصينيون أيضًا عدداً من النجوم والكواكب، ومظاهر الطبيعة يذكر ياقوت الحموى : من معبوداتهم السماوية سهيلاً وزحل والجوزاء وبنات نعش والجدي، ويسمون الشعرى اليمانية رب الأرباب[٧٢] ، إضافة إلى عبادتهم لقوى السماء المختلفة من ريح ورعد وبرق وغيرها، ولتقديسهم لهذه الأجرام، تابعوها متابعة دقيقة، وهناك صورة قديمة عثر عليها في مقبرة الأمير (يي في تسنغ) تعود إلى ٢٤٠٠ سنة تظهر فيها صورة الدب الأكبر فى الوسط يحيط به ٢٨ نجمًا مع أسمائها ومواقعها[٧٣].

ويذكر أن للصينيين خرائط فلكية فى منتهى الدقة، ومن تلك الخرائط خريطة سوتشو للنجوم وهى منحوتة فى الحجر فى عام ١٢٤٧م وتصور مواقع ١٤٣٤ نجمًا، وعلى درجة عالية من الدقة، كما تحدد حدود المجرة وقطر الدائرة الخارجية للخريطة ٩١,٥سم[٧٤] .

إضافه إلى النجوم عرفوا الكواكب الخمسة السيارة، والشمس والقمر منذ القدم وتابعوا حركاتها ومواقعها بشكل دقيق، كما أنهم تابعوا الظواهر الكونية الغريبة كالمذنبات والنوفات والسوبر نوفات، ورصدوها وسجلوها فى سجلات بقى منها إلى الآن، ولعلهم من أكثر الحضارات القديمة اهتمامًا فى هذا المجال. يقول اوين جنكريش فى معرض حديثه عن السوبر نوفا والظواهر السماوية الغريبة أن التنجيم عند الصينيين يستند إلى الظواهر السماوية الغريبة[٧٥] .

ويبدو أنهم تميزوا بتسجيل النوفات والسوبر نوفات عن غيرهم من الحضارات القديمة، فيذكر أن وجدت تسجيلات لهذه الظاهرة على عظام حيوان يعود تاريخه إلى القرن الحادي عشر قبل الميلاد[٧٦] . وسجل الصينيون فى عام ١٨٣ نجمًا متوهجًا فى كوكبة قنطورس استمر تألقه عدة أسابيع، وكان أكثر الأجرام الفضائية إضاءة بعد الشمس والقمر - كما رصدوا نجمًا آخر أقل توهجًا في عام ٢٩٣م في كوكبة العقرب وظل متألقًا فى السماء حوالى ثمانية أشهر[٧٧] .

ويذكر هوكنز: أن (تو - تو) سجل نجمًا (ضيفًا) فى تاريخ ٤ تموز ١٠٥٤ ميلادية ظل مرئيًا سنتين، وكان يُرى فى الليل والنهار وبكلمة (ضيف) يقصد الصينيون (النوفا)، ويقول هوكنز أيضًا ونحن مستيقنون أن سجلات الصينيين تشير إلى الإنفجار الذي نتج عنه سديم السرطان[٧٨] .

ومن الظواهر الغريبة الأخرى سجّل لنا الصينيون عدداً من المذنبات، فمن التسجيلات الشهيرة تسجيلات المذنب (هالى) الشهير الذى يظهر كل ٧٦ سنة مرة، والذى ظهر آخر مرة فى شباط سنة ١٩٨٦، وقد ذكرت التسجيلات عدد مرّات مروره والبالغة ٢٩ مرة، وذلك من سنة ٢٤٠ قبل الميلاد وحتى سنة ١٩١٠[٧٩] .

وسجل الصينيون أيضًا عدداً كبيراً من الكسوفات الشمسية والخسوفات القمرية ويذكر ديورانت أنه ورد فى السجلات القديمة من الاسرة الشيتية (المتحضرة) حوالى ٢٠٠٠ قبل الميلاد، ورد ذكر كسوف شمسى حدث فى عام ٢١٦٥ ق.م[٨٠] . ويقول أيضًا كان فى وسع الفلكيين فى أيام كونفوشيوس أن يتنبئوا بالخسوف والكسوف تنبؤًا دقيقًا[٨١] وقد

تركت لنا الوثائق أنواعًا مختلفة من الخسوف والكسوف شملت الفترة الواقعة بين ١١ ق م - ١٩٠٠ م سجلوا فيها ما يزيد على ١٦٠٠ كسوف شمسى و١١٠٠ خسوف قمرى و٢٠٠ احتجاب أو اختفاء للكواكب خلف القمر (٨٢) .

وإضافة إلى متابعة النوفا والسوبر نوفا والمذنبات والخسوفات والكسوفات كانوا بالمرصاد لكل ظاهرة سماوية غريبة، ويذكر أن الفلكى الصينى (قان ده) (٤٧٥ - ٢٢١ ق . م) اكتشف مجموعة (٨٣) الأقمار المرافقة لكوكب المشترى، وقد وصف هذا الفلكى أن المشترى يصحبه جسم أحمر صغير يدور حوله. وهناك ظاهرة فلكية غريبة أخرى اكتشفها الصينيون هى ظاهرة البقع الشمسية وقد ورد ذكر تلك البقع فى حوليات أسرة هان (٢٠٦ - ٢٢٠م) وسجلت أجيال الفلكيين الصينيين هذه الظاهرة أكثر من مئة مرة إلى ما قبل مولد غاليلو (٨٤) .

أما أهم سبب دفع بالصينيين إلى الاهتمام بالظواهر الكونية الغريبة فهو ربط حوادث الأرض بظواهر السماء، وكان هذا الاهتمام على الصعيدين الشعبى العام والرسمى، فكانت عامة الناس تؤمن بأن أسلاف الطبقة الأرستقراطية يعيشون فى السماء حيث يراقبون مصاير أخلافهم، ووفقًا لهذا الرأى، كان أفراد الطبقة الأرستقراطية يستمدون سلطانهم لا من أعمالهم ومآثرهم وقوتهم على الأرض، ولكن بفضل قدرة أجدادهم فى السماء (٨٥) . وعلى المستوى الرسمى كان لأباطرة الصين منجمون يسجلون طوالعهم، ويذكر هوكنز كان منجمو الأباطرة يراقبون حركات الكواكب ويلاحظون أي تغيير يحدث في المجموعات، وكان هذا الرصد ضروريًا لتحضير كشوفات الطوالع لأباطرة العائلات المالكة المختلفة، وحرصًا على التدقيق في صحة التنبؤات، كان الكتبة يكتبون الطوالع فى (دار التاريخ) ولا يزال فى استطاعتنا قراءة هذه السجلات حتى اليوم (٨٦) .

وتبعًا للمتابعات الدقيقة للظواهر المختلفة، فقد اهتموا ببناء المراصد وكانت معابد مقدمة ترمز للسلطة الامبراطورية الممنوحة من السماء. وقد ورد ذكر أحد المراصد فى عهد (هوانج دي) (قبل أكثر من ٤,٥٠٠ سنة) فذكر أن هوانج دي، كان امبراطورًا قويًا حكم الصين مائة سنة (٢٦٩٧ - ٢٥٩٧ق م) وأقام مرصدًا لدراسة النجوم (٨٧) .

ومن مراصدهم الشهيرة مرصد بكين، وقد ظل مستخدمًا لفترة طويلة من سنة ١٤٤٢ - ١٩٢٩، من أيام أسرة مينغ إلى أسرة تشينغ، وهو قائم حتى اليوم فى الطرف الجنوبى الشرقى من مدينة بكين، وتعرض فيه الأدوات البرونزية الضخمة التى كانت تستخدم فى أعمال الرصد والقياس (٨٨) .

وعرف الصينيون أدوات فلكية منذ القدم، فصنعوا مزاول شمسية من نوع متطور، وقد استعملوا نوعًا عرف لديهم باسم (قوييبيار) وهى تتألف من قضيب رأسى يلقي ظلاً وشريطًا أفقيًا مدرجًا يأخذ اتجاه الجنوب والشمال وكان يقاس عليه الظل. وعرفوا جهازاً فلكيًا يشبه المزولة وهو بشكل طاولة فيها شقوق أفقية - توضع ليلاً فى موضع محدد على الشريط الأفقى المدرج المذكور، ويستلقى الفلكى تحته وينظر من خلال فتحاته الضيقة فيمكنه بذلك قياس وتعيين مواقع القمر والكواكب والنجوم(٨٩).

وعرفوا أيضًا الساعة المائية، وعرفوا عدداً من الآلات الفلكية كذوات الحلق وأرباع الدائرة وآلة السدس، والكرات السماوية، ومن أشهر الكرات السماوية الصينية كرة من إبداع الفلكى الصينى الشهير تشانغ هنغ (٧٨- ١٣٩م) تتحرك على الطاقة المائية، ومن إبداعاته أيضًا اختراع آلة لتسجيل الزلازل (سيسموغرافيا) فى عام ١٣٢م.

واخترع الصينيون أيضًا البوصلة البحرية، منذ القدم، وقد اخترعها دوق جو فى عهد الامبراطور تشنج وانج (١١١٥ - ١٠٧٨ ق. م)، ليهتدى بها بعض السفراء الأجانب فى عودتهم إلى بلادهم(٩٠).

أما التقويم فيبدو أنهم عرفوه منذ زمن بعيد، فقد وضعوا منذ خمسة آلاف سنة تقويمًا من ٣٦٥ يومًا، ويذكر أن الامبراطور هوانج دي (٢٦٩٧ - ٢٥٩٧ ق. م) أصلح التقويم(٩١) وجاء شون (٢٢٥٥ - ٢٢٠٥) ق. م فأصلح التقويم أيضًا.

والصينيون أول من وجدوا أن السنة الشمسية هي بالضبط ٣٦٥ ١/٤ يوم. وقسموا السنة إلى اثنى عشر شهراً، يبدأ كل منها بظهور الهلال وكانوا يضيفون شهراً آخر فى كل بضع سنين لكى يتفق التقويم القمرى مع الفصول الشمسية، وقسموا اليوم إلى اثنتي عشرة ساعة.

الفصل الرابع

الفلك فى الحضارتين الهندية والفارسية

لم نعرف فلكًا مهمًا فى الحضارتين القديمتين الهندية والفارسية، وإذا ما قورن الفلك الهندى والفارسى القديم بفلك الحضارات القديمة الشهيرة كالبابلية والمصرية والصينية، فسنجد فلكًا أقل تقدما من فلك أصيل لدى البابليين والمصريين والصينيين.

الفلك الهندى والفارسى مزيج خليط نزح إليهما متأخراً متأثراً بالفلك اليونانى حيث كان لغزو الإسكندر المقدونى (عاش بين ٣٥٦ - ٣٢٣ ق م) أكبر الأثر فى تطور الفلك فى الشرق.

وفى هذا الفصل جمعنا بين الفلكين الهندى والفارسى، وذلك للاحتكاك الشديد بينهما وللتأثير المتبادل بين الحضارتين، ولعدد من أوجه الشبه بين الاثنين كنزوح الشعبين من موطن واحد والاشتراك فى أصل واحد وأسرة واحدة، والتشابه بين لغاتهما في الكلمات والتعبيرات وهندسة تركيب الألفاظ والكلمات، وملامح التشابه بين آلهتهما وعقائدهما[٩٢]. إضافة إلى قلة أهمية فلكهما قياسا إلى أصالة الفلك القديم.

أ - الفلك في الحضارة الهندية:

ليست الصين وحدها - فى حضارات العالم القديم - بلداً ذا رقعة واسعة وشعبًا ذا عادات وعقائد متنوعة مختلفة، وإنما تشاركها فى هذا المجال حضارةعريقة أخرى تقع إلى جنوبها الغربي، هى الحضارة الهندية القديمة، فالهند بلد كبير كثيف السكان، سكنه شعب متنوع، مختلف في عدد كبير من الأمور: في اللغات وفى الآداب وفي الفنون وفى العقائد وفى العادات.

والمعروف أن أول حضارة معروفة فى الهند ازدهرت فى ٤٠٠٠ - ٢٠٠٠ قبل الميلاد ودخلت القبائل الآرية من الشمال فى حوالى ١٥٠٠ قبل الميلاد وأقاموا حضارة برهمية تشكلت فيها الأصول الأساسية للمذهب الهندوسي وظهرت البوذية فى القرن السادس قبل الميلاد.

ولعل من أهم ما يميز الهند هو كثرة الأديان وتناقضها، يقول ول ديورانت: وللهند من العقائد الدينية ما يمثل كل مراحل العقيدة من الوثنية البربرية إلى أدق عقيدة فى وحدة

الوجود وأكثرها روحانية[٩٣] . والدين فى الحضارات القديمة يرتبط ارتباطًا مباشرًا بالكهنة – كما مر بنا – بل هو ملكهم وباقى الناس أتباع لهم وهذا يعني أن أزمَّة الأمور بأيديهم . . وهكذا كـان الكهنة الهنود، كـانوا يسيطرون على كل شؤون الحياة بما فى ذلك العلم . فالكهنة هم العلماء وأرباب العلم .

وإذا كان العلم بيد الكهنة ، فماذا يمكن أن يقدموا للبشرية غير مزيج خليط من الدين والخرافة وقليل من العلم ، ولاشك أن الدين احتل الدرجة الأولى فى اهتماماتهم ، وتقدم كل شيء ، أما العلم ، فلكونه يحمل قوة ذاتية وفوائد عملية فقد حظى بالرعاية قبل غيره من الأمور ، وتأتى الخرافة لتجمع بين هذا وذاك .

وعلى العموم امتاز الهنود بالميل إلى الاستغراق فى الخيالات وحب التصوف ونسج الأساطير ، لذلك كان لديهم عدد من القصص الخرافية والأساطير تدور حول نشأة الكون والخلق نسجوها من أصول دياناتهم المختلفة[٩٤] .

وفى ظل هذه الظروف والأجواء الشديدة الارتباط بالخزعبلات والأوهام لا تجد علمًا فلكيًا واضحًا ، ذا شأن وذا أهمية ، كان هناك تنجيم واسع النطاق ، فلكل نجم تأثير خاص على أولئك الذين ولدوا فى أوجه ، فالنساء إبان الحيض كن يتقين ضوء الشمس خشية أن يسبب لهن الحمل . وكان سر النجاح المادى هو تقديس الهلال كلما ظهر[٩٥] . وهناك أمور تنجيمية هندية يطول ذكرها .

أما آلهتهم فكانت كثيرة جدًا ، عبدوا الأجرام السماوية والظواهر الكونية ، عبدوا السماء وقدسوها وعبدوا الشمس وقدسوها أيضًا ، وعبدوا النور والفجر والأرض والأمطار ومظاهر كونية كثيرة .

و(علم الفلك) فى البداية نشأ بينهم من عبادة هذه الظواهر والأجرام السماوية ، ومتابعة حركاتها لتحديد أيام الأعياد وتقديم القرابين والأضاحى . والحقيقة أن علم الفلك الهندى جاء متأخرًا ، جاء متأثرًا بالفلك البابلى والمصرى والصينى واليونانى – كما ذكرنا – وليس هناك علم فلكى هندى قديم خالص ، على ما يبدو ، لكن الأثر الأكبر جاء من اليونان ، بعد ما غزا القائد اليونانى الإسكندر الأكبر منطقة الشرق ، ولاسيما إيران والهند ، ويذكر المؤرخون أن الفلك الهندى أخذ ينفض عن نفسه الأغلال فى ظل اليونان ، وأقدم الرسائل الفلكية وهى (السد ذانتا) حوالى ٤٢٥ قبل الميلاد ، كانت قائمة على أساس العلم اليونانى[٩٦] وهذا ما اعترف به الهنود أنفسهم يقول هـ ج . رولنسن «إن الهنود قد اعترفوا

صراحة بأنهم مدينون فى أمر واحد للإغريق، ذلك أن جارجى سامهيتا Gargi Samhita صاحب المؤلف السنسكريتى فى علم الفلك يقول «اليافانا همج ومع ذلك فقد كان نشوء علم الفلك على أيديهم ومن ثم يجب تقديسهم كما تقدس الآلهة». ومن خمسة المناهج الفلكية السنسكريتية المعروفة بالسند هانتا منهجان لاشك أن أصلهما غربى وهما البوليسيا (Paulisa) (نسبة إلى بولس الإسكندرى الذى عاش ٣٧٨م) والروماكا (Romaka) (٩٧) .

وفى سماء الفلك الهندى القديم يبرز اسم آريابهاتا، المولود فى سنة ٤٧٦ بعد الميلاد، كأعظم الفلكين الرياضيين الهنود، وقد بحث هذا الفلكى فى قصائد منظومة موضوعات مثل المعادلات الرباعية والجيب فى (حساب المثلثات) وقيمة النسبة التقريبية المستعملة في استخراج مساحة الدائرة، كما علل الكسوف والخسوف والاعتدالين والانقلابين (في حركة الأرض حول الشمس)، وأعلن عن كروية الأرض ودورتها اليومية حول محورها، يقول: «إن عالم النجوم ثابت والأرض فى دورانها هى التى تحدث كل يوم ظهور الكواكب والنجوم من الشرق واختفائها من الغرب» وهو سبق علمى جرىء لعلم النهضة الأوروبية(٩٨) ، وفى قراءته للفلك اعتمد على نظرية المدارات وأفلاك التدوير، وقد وسعها بشكل كبير(٩٩) .

ومن الشخصيات الفلكية الشهيرة الأخرى (فاراها ميهيرا)، وقد عاش هذا الفلكى الهندى فى منتصف القرن السادس الميلادي، وقد عالج عدداً من الموضوعات الفلكية، منها: وصف الأجرام الفلكية وحركاتها واتصالاتها والظواهر الطبيعية ومعلومات عن الطوالع من خلال هذه الحركات والاتصالات والظواهر(١٠٠) .

ثم الفلكى الشهير الآخر (براهما غوبتا)، المولود فى البنجاب سنة ٥٩٨ ميلادية، وقد وصفه أبو الريحان البيرونى - الخبير بعلماء الهند - بأنه أمهر الفلكين الهنود، ألف كتاباً سنة ٦٢٨م بعنوان (براهماس فوطا سيد هانتا) وفى سنة ٦٦٤ ألف كتاباً فى الحسابات الفلكية تحت عنوان (كاندا كادايكا)، لكن هذا الفلكي حارب فكرة دوران الأرض حول نفسها التى قال بها سلفه (اريابهاتا)(١٠١) .

هؤلاء الفلكيون وغيرهم من الفلكيين الهنود لاءموا بين حاجات الهنود وبين التقسيم البابلى للسماء إلى أبراج، وهم الذين قسموا السنة إلى اثني عشر شهراً، كل شهر منها ثلاثون يومًا وكل يوم ثلاثون ساعة وكانوا يضيفون شهراً زائداً كل خمس سنوات وحسبوا بدقة تستوقف النظر قطر القمر وخسوف القمر وكسوف الشمس، وموضع القطبين

ومواضع النجوم الرئيسية ودورانها وشرحوا نظرية الجاذبية ، ولو أنهم لم يصلوا إلى قانونها عندما كتبوا فى (سد ذانتا) : «إن الأرض تجذب إليها كل شيء بما لها من قوة جاذبة»(١٠٢) .

وهكذا عرف الهنود كثيرًا مما عرف اليونانيون، ولكن لم يستطيعوا أن يطوروا معلوماتهم كما طورها اليونانيون فيما بعد. . لقد لاءموها مع أفكارهم ومزجوها بخيالاتهم . فحين قال آريابهاتا بدوران الأرض علل هذا الدوران بالرياح ، أو حركة تيار من سائل هوائى له مدار حول الأرض مرتفع لمسافة ١١٤ ميلاً فوق سطح الأرض وهذا يتوافق مع الفكر الهندي القائل إن الكواكب محمولة فى مداراتها بواسطة الرياح القوية ، وبنفس السرعة موازية لدائرة البروج ، بحيث إن دوامة واحدة تحمل كل النجوم فى حركة دورانية حول الأرض خلال الدوران اليومى ، غير أن الكواكب تشذ عن تلك القاعدة ، ولا تسلك المسارات التى تسلكها النجوم ، بسبب قوى غير مرئية لها أجسام وأذرع تسير بها الكواكب ، حارفة إياها عن طريق تقدمها المتجانس مسببة لها الحركة التراجعية(١٠٣) . من هناك يتضح أن الهنود قدموا لمحات علمية رائعة . فالأرض تدور - وهى فعلا تدور - لكن تعليلهم لدورانها كان خياليًا بعيدًا عن العلم كما هو واضح مما تقدم .

وفى مصادرنا العربية القديمة ورد ذكر للفلك الهندى ، فقد أورد أبو الريحان البيرونى كثيرًا من المعلومات الفلكية الهندية فى عدد من كتبه حيث عاش فى الهند ، كما يقول البيهقى ، أربعين سنة (١٠٤) . وفى كتابه تحقيق ما للهند فى مقولة يتحدث كثيرًا عن ثقافة الهنود وعلومهم وبالأخص الثقافة الفلكية والتنجيمية ، ومما قاله فى هذا الصدد «وعلم النجوم فيهم أشهر لتعلق أمور الملة ، ومن لا يعرف الأحكام منهم لا يقع عليه بمجرد الحساب سمة التنجيم (١٠٥) .

وأورد صاعد الأندلسى فى كتابه طبقات الأمم أن للهنود مذاهب فلكية خاصة بهم وهى ثلاثة :

١ - مذهب السند هند . ويقول أصحابه إن الكواكب السبعة و(اوجاتها) و(جوزهراتها) تجتمع فى رأس الحمل خاصة كل أربعة آلاف ألف ألف سنة وثلثمائة ألف ألف سنة وعشرين ألف ألف سنة شمسية ، ويسمون هذه المدة مدة العالم ، لأنهم يزعمون أن الكواكب و(اوجاتها) و(جوزهراتها) متى اجتمعت فى رأس الحمل فسد جميع المكونات فى الأرض وبقى العالم السفلى خرابًا دهرًا طويلاً ، حتى تتفرق الكواكب

والأوجات والجوزهرات فى البروج، فإذا كان ذلك بدأ الكون، وعادت حالة العالم السفلى إلى الأمر الأول، هكذا أبدًا إلى غير غاية عندهم.

٢ - وثانى المذاهب: مذهب (الأزجير) وقد وافق أصحابه أصحاب السند هند إلا عدد مدة العالم.

٣ - وثالث المذاهب المشهورة: مذهب (الأركند) وقد خالف أصحابه الفريقين الأولين فى حركات الكواكب وفى مدة العالم (١٠٦).

والجدير بالذكر أن علم الفلك العربى الإسلامى تأثر أول ما تأثر بالطرق الهندية، كما سيأتى فى الباب الثانى.

ب - الفلك فى الحضارة الفارسية:

ليس هناك فرق كبير فى الدرجة بين الفلكين الهندى القديم والفارسى القديم، فهذان الفلكان لم يرقيا - على ما تضمنا من مادة فلكية قديمة - إلى العلوم الفلكية التى خلفها البابليون والمصريون والصينيون من الحضارات القديمة - كما ذكرنا- وعلى هذا فسوف لا نستطيع التقاط فلك مهم من تاريخ الفرس القديم.

وإذا أردنا البداية فلا بد أن نذكر أن للفرس إمبراطورية قديمة امتدت أصولها إلى جذور غير معروفة، لكن نعرف أن مملكة عيلام كانت فى إيران منذ نحو ٤٠٠٠ سنة قبل الميلاد، ونعرف أيضًا أن الحضارة الفارسية تعود إلي الألف الثانى قبل الميلاد عندما استقر الفرس فى الجزء الجنوبى من إيران، وفى أواسط القرن السادس قبل الميلاد انتصر الفرس على الميديين وأسسوا إمبراطورية واسعة الأطراف.

ومع مرور الزمن اختلط الفارثيون والميديون والفرس وصاروا شعبًا واحدًا هو الشعب الإيرانى، ونتيجة لاختلافهم وامتزاج لهجاتهم ظهرت اللغة الفارسية، وصارت اللغة الوحيدة لهذه الشعوب(١٠٧).

والفرس، ككل الأقوام القديمة الأولى، كانت بدايتهم بسيطة ساذجة وكان دينهم - باعتبارهم من الآريين - يقوم على عبادة قوى الطبيعة والعناصر والأجرام السماوية(١٠٨). فعبدوا آلهة كثيرة وقدسوا الأجرام السماوية والظواهر الكونية، وآمنوا بالخرافات والأساطير، يقول سيربرسى سايكس: إن الإيرانيين أيام بداوتهم الأولى عبدوا السماوات والشمس والنور والهواء والمطر، وكانت السماء مفضلة فى نظام تعدد الآلهة هذا حيث أطلق على الشمس عين السماء، وعلى البرق ابن السماء، وكانت آلهة النور فى هذا الدين

البدائى فى معركة مستمرة مع آلهة الظلمة، وقد أعان البشر إلههم النور بالصلوات والقرابين(١٠٩) .

وحتى لو تجاوزنا فترة بداوتهم فلم نجد لديهم علومًا أصيلة(١١٠) ، كانت رياضياتهم وفلكهم ونجومهم وأنواؤهم شذرات من هنا وهناك، من الحضارات المجاورة، من حضارة البابليين، ومن المصريين، ومن الآشوريين ومن اليونانيين والهنود والصينيين، ويعثر المتتبع فى مواضع من كتاب (الزندابستا) أو (الاستاف) على فقرات من أصل بابلى قديم، فقرات تصف خلق الدنيا على ست مراحل (السماوات فالماء فالأرض فالنبات فالحيوان فالإنسان)(١١١) .

والدين يرتبط عندهم بالسماوات بشكل مباشر، وكان إله زرادشت فى بادئ الأمر (دائرة السماوات كلها) نفسها، فاهورا مزدا «يكتسى بقية السماوات الصلبة، يتخذها لباسًا له، وجسمه هو الضوء والمجد الأعلى وعيناه الشمس والقمر»(١١٢) .

وهكذا لم يختلفوا عن بقية الشعوب القديمة فى ربط الأرض بالسماء ربطًا خرافيًا أسطوريًا وهميًا.

وبعد ما غزا الإسكندر الأكبر (٣٥٦ - ٣٢٣ ق م) ملك مقدونيا منطقة الشرق، وبلاد فارس أثرت الثقافة الإغريقية فى البلاد. ومن الثقافة الفلكية البسيطة التى كانت فى البلاد، ومن المقتبسات القديمة والمقتبسات التى جاءت بالغزو تكون لدى الفرس علم فلكى خليط.

ومما يذكر عن اهتمام الفرس بعلم الفلك بعد انتشار الثقافة اليونانية في بلادهم، أن عثر فى القرن الرابع الهجرى «عثر في رستاق جى بفارس على مخابئ هى عبارة عن ازج (سرداب) تحت الأرض معقود بالحجارة، فوجدوا هناك كتبًا كثيرة مكتوبة فى لحاء التوز (الشجر)، وفيها أصناف من علوم الأوائل باللغة الفارسية القديمة (الفهلوية)، وقد تبين من قراءتها «إن طهمورت الملك المحب للعلوم والعلماء خاف الأمطار على كتب العلم فأودعها ذلك الرستاف» وهى كتب نفيسة فى علم النجوم وعلل حركاتها مما كان عند الفرس والروم والكلدان»(١١٣) .

لقد ازدهر العلم حقًا في عهد الأسرة الساسنية، وبشكل خاص في عهد كسرى أنوشروان، فهذا الملك قرب العلماء ومدّ المترجمين بالمال، فبلغت مدرسة جند يسابور العلمية فى أيامه ذروة مجدها، فأمر بترجمة كتب أفلاطون وأرسطو إلى الفهلوية لتدرس

فى المدرسة وقد كُتب فى عهده كثير من الكتب التاريخية، ولم يبق منها كلها إلا الكرنماكى - ارتخشتر أو أعمال أردشير (١١٤) .

ويقول ول ديورانت: « ولسنا نعرف عن علم الفلك عند الفرس فى ذلك الوقت أكثر من أنه احتفظ لهم بتقويم منظم، وأن سنتهم كانت تنقسم إلى اثنى عشر شهراً فى كل منها ثلاثون يومًا، وأن الشهر كان ينقسم إلى أربعة أسابيع اثنان منها يحتوى كل منهما على سبعة أيام واثنان فى كل منهما ثمانية أيام، وأنهم كانوا يضيفون خمسة أيام إلى آخر العام، وكان التنجيم والسحر منتشرين فى البلاد، فلم يكونوا يقدمون على عمل هام دون الرجوع إلى أبراج النجوم، وكانوا يعتقدون أن جميع مصائر البشر على هذه الأرض تحددها النجوم الطيبة والخبيثة التى تحترب فى السماء(١١٥) .

إن الثقافة الفلكية الفارسية - كما ذكرنا من قبل - شذرات ومعلومات أخذوها من هنا وهناك وهى لا تخرج عن المعلومات الفلكية العامة، معرفة النجوم الثابتة والكواكب السيارة والخسوف والكسوف ولهم جداول، ومن مجموع ما لديهم من هذه الأمور كان العلم الفلكى الفارسى.

ويتحدث صاعد الأندلسى فى طبقاته عن الأمم القديمة، فيذكر أن من خواص الفرس عناية بالغة بصناعة الطب ومعرفة ثابتة بأحكام النجوم (أي التنجيم) وتأثيرها بالعالم السفلى (ويقصد الأرض)، وكانت لهم أرصاد للكواكب قديمة، ومذاهب في حركاتها مختلفة، فمن ذلك المذهب الذى ألَّف عليه أبو معشر، جعفر بن محمد البلخى زيجه الكبير وذكر أنه مذهب العلماء المتقدمين من أهل فارس وكثير من علماء سائر النواحى.

وحكى أن مدة العالم عندهم جزء من اثنى عشر ألفًا من مدة (السند هند) وذلك بثلثمائة ألف سنة وستين ألف سنة وهذه المدة عندهم التى تجتمع فيها أوساط الكواكب خاصة فى رأس الحمل من غير أن يكون معها (اوجاتها) و(جوزهراتها) (١١٦) .

وللفرس كتب فلكية وتنجيمية معروفة نقلنا منها إلى فلكنا العربى الإسلامى، منها زيج الشهريار أو زيج الشاه.. وقد ذكره ابن النديم فى الفهرست (١١٧) وهو من الزيجات المهمة فى التراث الفلكى الفارسى. ومن الكتب المنقولة إلى اللغة العربية (البزيدج فى المواليد) المنسوب إلى برزجمهر، الآخر (صور الوجوه) لتتكنلوس، وهما كتابان فى التنجيم. ويقول كارلونالينو: إن هذه الكتب الثلاثة لم تشتمل على مذاهب وأفكار خاصة للفرس إذ معظم زيج الشهريار والشاه موضوع على طرق الهند، والآخران منقولان عن

اللغة اليونانية مع شرح بسيط إلى أحدهما[١١٨] . هذا وقد دخلت عدة اصطلاحات فلكية فارسية إلى تراثنا الفلكي، نذكر منها : الزيج والأوج والجوزهر والكردجة وغيرها.

وقد أثر الفلك الفارسى التنجيمى في البداية بفلكنا، فاجتمع فى بلاط المنصور العباسى عدد من المنجمين الفرس، منهم نوبخت الفارسى وابنه، وعمر بن الفرخان وغيرهم.

الفصل الخامس

الفلك فى الحضارة اليونانية

أولاً : الفلك يتحول إلى علم

نحن أمام حضارة عريقة، حضارة فكرية نظرية، لعبت بالعقول زمنًا طويلاً ثمل الناس بها، ونسوا ماعداها من الحضارات الأخرى، نشأت هذه الحضارة على أرض يونانية ومناطق أخرى تابعة لليونان. وظلت مزدهرة لأكثر من ألف سنة، من القرن السابع قبل الميلاد، وحتى ظهور الإسلام، حيث أخذ هذا الأخير الصدارة بين حضارات العالم.

ويعزو الدكتور عمر فروخ ازدهار الحضارة اليونانية إلى عاملين، العامل الداخلى، وهو توافر البيئة المناسبة فى بداية ازدهارها فى القرن السادس قبل الميلاد، حيث الازدهار الاقتصادى والسياسى وكثرة المستعمرات التابعة لها، والعامل الآخر خارجى وهو احتكاك اليونان بالمدنيات الشرقية(١١٩) . وفيما يتصل بهذا العامل الأخير، هناك خطأ حضارى شائع ينسب البداية العلمية الأولى إلى اليونانيين مباشرة، ويلغى أو يقلل من أدوار الأمم التى عاشت قبلهم، وهذا يعنى أن العلم ابتدأ فى اليونان ابتداءً.

ومن خلال دراسة الحضارات القديمة وتتبع العلماء والمؤرخين للخيوط المتشابكة بين الحضارات وجدوا أن الحضارة اليونانية امتداد طبيعى للحضارات السابقة، فالأمم القديمة قدمت المادة إلى اليونانيين، وأحسن اليونانيون الصنع حينما أعملوا عقولهم فيها، فصاغوها علمًا.

وعلى هذا أنكر العلماء فكرة (المعجزة الإغريقية) ووصفوا اليونانيين بأنهم محيون لا بادئون يقول جورج سارطون: «فمن سذاجة الأطفال أن نفترض أن العلم بدأ فى بلاد الإغريق، فإن (المعجزة) اليونانية سبقتها آلاف الجهود العلمية في مصر وبلاد ما بين النهرين وغيرهما من الأقاليم، والعلم اليونانى كان إحياءً أكثر منه اختراعًا»(١٢٠) ومثل هذا القول قال آخرون.

ولكن هذا لا يمنع القول إن اليونانيين الأول انتهجوا منهجًا علميًا منظمًا في دراسة العلوم، نهجًا متميزاً عما كان عند الحضارات السابقة.

اليونانيون استندوا فى بحوثهم إلى عقولهم، لا إلى أوهام وخرافات من خزائن ومعابد الكهنة، ويؤكد سارطون هذا المعنى بقوله: «إن العلم اليونانى انتصار للمذهب العقلى، وهو انتصار يبدو أكبر - لا أصغر - حين ينكشف لنا أنه تم برغم ما اعتقده الإغريق من معتقدات غير عقلية، بل هو انتصار لقوة العقل ضد قوة غير العقل»[١٢١].

والحقيقة إن البداية التى ابتدأ بها اليونانيون كانت إبداعية، جاءت على غير مثال سابق، ابتدأوا طريقة جديدة فى البحث والدراسة فكان الفلاسفة الآيونيون الذين عاشوا فى ملطيا فى القرن السادس قبل الميلاد أصحابًا حقيقيين لطريقة جديدة فى البحث ابتعدت كثيرًا عن الأوهام والخرافات التى سادت قبلهم، وكانت المدرسة الأيونية التى جمعتهم أول مدرسة يمكن أن نطلق عليها (مدرسة علمية).

لقد نظر أصحاب هذه المدرسة القديمة نظرة جديدة إلى الكون، نظرة تقوم فى أساسها على إيجاد تفسيرات طبيعية معقولة ومقبولة للكون كله، وهذه نقطة تحول مهمة فى الفكر الإنسانى فى هذا المجال.

وكانت النتائج مهمة وكبيرة، نظريات متعددة معقولة، استندت إلى العقل لا إلى الخيال والتصورات الفارغة، إضافة إلى إفراز مفردات علمية وفلكية (محدودة) كثيرة. وهذا لا يعنى أن الحضارات السابقة لم تكن تملك مادة فلكية علمية مهمة، لقد كانت هناك مفردات فلكية جمة عن أمور السماء وأجرام السماء والظواهر الكونية المتنوعة، جاءت نتيجة الأرصاد والملاحظات الفلكية الكثيرة التى جمعها أبناء تلك الحضارات، لكنها كانت أرصادًا وملاحظات مفردة مفككة يعوزها الربط، لم يستطع جامعوها استخلاص نظريات محددة من هذا الحشد الكبير تفسر العالم وتحدد ملامحه. . . كانت أرصادهم لأغراض عملية نفعية مؤقتة، في حين كانت بحوث اليونانيين من أجل العلم والمعرفة.

وقد تميز التفكر الإغريقى فى مراحله الأولى بالاهتمام بالطبيعة فنظر فلاسفة هذه المراحل - مع تفاوت فى نظراتهم - إلى الكون بإعجاب شديد، طالبين معرفة حقائق الأشياء الخارجية، فنظروا إلى الكون محاولين التعرف على نظامه المتناسق، وما يجرى فيه، ليضعوا ما يستطيعون أن يضعوا من نظريات، ويصف تشارلس سنجر هذه النظرة بقوله: «وكان الإغريق الأوائل يتمثلون فى عقولهم الكون بوصفه كلاً واحدًا، فإذا أفردوا جزءًا منه لبحثه من الناحية الرياضية أو الحيوانية أو الفلكية أو الطبيعية أو النباتية أو النفسية فإنما يفعلون ذلك متعلقين بالأمل فى أن تلقى بحوثهم ضوءًا على عالم الحقيقة بوصفه كلاً لا جزءًا»[١٢٢].

وكان البادئ لهذا التفكير وهذه النظريات طاليس الملطى، مؤسس المدرسة الأيونية، والذي يعد أول من فصل بين الخرافة والعلم، وسار على نهجه أتباعه انكسمندر وانكسيماس، وسنأتى على ذكرهم تباعًا، وقد عد برتراند راسل تأملات هؤلاء الثلاثة فروضًا علمية(١٢٣).

ويمتد الاهتمام بالطبيعة ومحاولات تفسير الكون إلى ما قبل سقراط، لتبدأ المرحلة التى يملؤها أفلاطون وأرسطو، وقد اشتغل فلاسفة هذه المرحلة (الثانية) بالمسائل الفلسفية كلها(١٢٤). وفى هذا الدور (الثانى) يبرز فلكيون كبار أصحاب نظريات مهمة فى تصور نظام محدد للكون أمثال: يودكسمس وأريستارخوس وهيبارخوس ومن ثم بطليموس القلوذي (رب الفلك القديم) فى القرن الثانى الميلادى ليضع اللمسات الأخيرة للنظام الكونى وليسود حتى زمن كوبر نيكوس فى القرن السادس عشر.

وفى الصفحات اللاحقة سنتحدث عن أشهر الفلكيين اليونانيين الذين ساهموا فى إثراء علم الفلك من الدورين الأول والثانى، والجدير بالذكر أن أغلب اليونانيين بل كلهم تحدثوا فى الفلك، لكننا سنختار أكثرهم أهمية وشهرة.

ثانيًا: الفلك عند اليونانيين الأوائل

- **طاليس الملطى:** (Thales)

طاليس أول عالم يونانى دون منازع، قال عنه برنب هو أول مفكر نستطيع أن نطلق عليه كلمة عالم(١٢٥)، وهو فى نفس الوقت أول الرياضيين والفلكيين اليونانيين، وبفضل الروح العملية التى تشبع بها تعلم الحقائق ونسى الشعوذات العملية(١٢٦).

ولد سنة ٦٢٤ قبل الميلاد فى مدينة مهمة فى آسيا الصغرى هى (ملطية) وتوفى سنة ٥٤٥ تقريبًا.

عدَّه القدماء من الحكماء السبعة، تجول فى الشرق وزار مصر وبلاد الرافدين وتعلم الهندسة من مصر، والفلك من بابل.

وأهمية طاليس تعود إلى أنه أول من فصل بين العلم والخرافة - كما مر بنا - يقول فوربس «ليس هناك فى أبحاث طاليس أى أثر للعنصر الخرافى، فليس هناك حديث عن الآلهة والحوريات والشياطين تسبب الأحداث الطبيعية»(١٢٧).

اعتقد طاليس بأصل واحد يتألف منه جميع مافى الكون فمن جمود الماء تكون التراب،

ومن انحلال الماء تكون الهواء، ومن الدخان والأبخرة تكونت السماء، ومن الاشتعال الحاصل من الأثير تكونت الكواكب.

ويقولون إنه تنبأ بالكسوف الشمسى الذى حدث فى ٢٨ مايو ٥٨٥ قبل الميلاد، لكن جورج سارطون وغيره شككوا أن يكون فى مقدور طاليس التنبؤ بهذا الكسوف، لعدم توفر المعرفة العلمية الكافية، وعدم استطاعته إدراك التفسير العلمى المألوف لدينا، لأنه كان يتصور الأرض قرصًا يسبح فى الاقيانوس (المحيط)[١٢٨] .

وطاليس عالم متعدد الجوانب، فقد وضع تقويمًا للملاحين من أهل وطنه ضمنه إرشادات فلكية وجوية، منها أن الذب الأصغر أدق الكواكب دلالة على الشمال[١٢٩] .

ويذكر هوكنز أن طاليس قام بقياس قطر الشمس الزاوى فوجده جزءًا من ستين جزءًا من البرج - أي نصف درجة - وقد نال لقاء ذلك ثناءً عطرًا من حاكم البلد الذي قرر منحه جائزة لاكتشافه هذه الحقيقة القيمة من حقائق الكون، ومع أن المعرفة عزيزة آنذاك إلا أن طاليس رفض الجائزة وقنع بفخر الاكتشاف[١٣٠] . ولطاليس أفكار رياضية وإنجازات هندسية ومعرفة بطبيعة المغناطيس، وغيرها لا مجال لذكرها هنا.

- **انكسمندر** Anaximander

وهو أحد أتباع طاليس أو أحد تلاميذه، كان فى ملطية أيضًا، عاش بين ٦١٠ - ٥٤٧ قبل الميلاد، يشترك مع طاليس في تطلعاته ورغبته الشديدة فى تفسير طبيعة الأشياء، ويختلف معه فى أمور أخرى.

وانكسمندر عالم ومهندس وفلكى قال رسل في حقه: «فى كل موضع ترى انكسمندر فيه أصيل الرأى تراه علميًا في اتجاهه ومستندًا إلى أحكام العقل»[١٣١] .

اختلف هذا العالم مع طاليس فلم يعتقد بالأصل المادى المحدد، اعتقد أن الأصل هو (اللا متناهى) من حيث الكيف لا مُعين، ومن حيث الكم لا مُحدَّد بل هو مزيج من الأضداد جميعًا[١٣٢] .

ويتحدث انكسمندر عن نشأة الأجسام الطبيعية فيقول: «انفصل الحار والبارد عن اللامتناهى وتكون من هذا طبقة من البخار أحاطت بالبارد وتكون منها الهواء، ورسب بعض البخار فكون الماء، ومن الماء كانت الأرض وارتفع البخار وكون دائرة حول الهواء ثم تمزقت الدائرة إلى حلقات فكونت الشمس والقمر والنجوم[١٣٣] .

وكان هذا الفيلسوف يتصور العالم هيئة فى حركة دائرية، وكان يرى القبة الفلكية

جسمًا صلبًا فيه ثقوب ترى منها النار فيخيل إلى الرائى أنها النجوم والشمس والقمر، ولاريب أنه كان علي علم بحركة الشمس والقمر خلال النجوم، فقد قال بأن أنابيب شمسية وأخرى قمرية تتحرك في القبة السماوية، والخسوف والكسوف يحدثان إذا ما أغلقت فتحات فى جوانب هذه الأنابيب(١٣٤) .

أما الأرض فاسطوانية الشكل تسبح فى الهواء، ويذكر أن رأيه فى حجم الأرض مختلف عليه، فتارة يقال إنه اعتقد أن الأرض والشمس متساويان، وتارة يقال بل أنه رأى أن الشمس تكبر الأرض حجمًا بسبع وعشرين مرة وطوراً بثمان وعشرين مرة(١٣٥) .

ويقول سارطون : إن أفضل الأعمال التى قام بها فى ميدان الفلك هو اختراع المزولة، ويعلق على ذلك بقوله إن المزولة اخترعها المصريون والبابليون، ولكن من البساطة أن يكون اليونانيون قد أعادوا اختراعها(١٣٦) .

وهوالذى وضع أول خريطة للعالم حيث جعل العالم اليونانى وسط الخريطة يحيط به أجزاء من أوروبا وآسيا ويكون الاقيانوس الحدود الخارجية له (١٣٧) .

وكان انكسمندر على شيء من العلم بما نسميه بظاهرة ميل فلك البروج، يقول بلينى إن انكسمندر اكتشف ذلك الميل فى أواخر حياته، ويمكن أن يعدّ اكتشاف ميل فلك البروج ذروة ما بلغه الفلك الأيونى القديم (١٣٨) .

انكسيمانس : Anaximenes

وهو تلميذ انكسمندر، وكان فى ملطية أيضًا، عاش بين ٥٨٤ - ٥٢٥ قبل الميلاد، وكان أقل من أستاذه توفيقًا فى العلوم.

عاد إلى موقف طاليس فى مسألة أصل الكون، فقال إن الأصل أمر محسوس هو الهواء، وهو لامتناه، ويحمل الأرض، ويتخذ الهواء جميع أنواع الظواهر من خلال التكاثف والتحلل.

تصدر انكسيمانس الأرض والكواكب السماوية (بما فيها الشمس والقمر) أقراصًا تعتمد الهواء، وكان أول من فكر من فلاسفة اليونان بأن النجوم موضوعه فى فلك يدور والكواكب معلقة بحرية، لكن النجوم متصلة بالفلك كالمسامير، ورفض انكسيمانس فكرة (المصريين) أن النجوم والكواكب تمر تحت الأرض، وزعم أنهاتدور كما تدور القبعة حول الرأس وهى تختفى عن أنظارنا عندما تمر خلف جبال موجودة فى طرف العالم(١٣٩) .

ويبدو أن انكسيمانس أول من أشار إلى أن القمر يستمد نوره من الشمس وقد علل ذلك

بوجود أجرام مشابهة للأرض تدور فى العالم، وكذلك علل ظهور قوس قزح فقال إنه يظهر إذا وقعت أشعة الشمس على طبقة كثيفة من الغيم ثم لم تستطع تلك الأشعة أن تخترق طبقة الغيم[١٤٠] .

- **كليوستراتوس** cleostratus

لم يعش كليو ستراتوس فى ملطيه كما عاش أسلافه الثلاثة، إنما كان فى تينيدوس وهي جزيرة صغيرة قريبة من طرواده، ويحتمل أن يكون قد تلقى تعليمه من طاليس أو من تلاميذ طاليس [١٤١] ، ويصفه جورج سارطون أنه أحد موسسى علم الفلك عند اليونان[١٤٢] .

ويذكر أن هذا الرجل، وبفضل مشاهداته الفلكية فى تنيدوس ومحاولاته تحديد زمن الانقلابين أن يدرك صور البروج، وله كشف آخر وهو إدخاله تحسينًا على التقويم فكشف دورة فلكية من ثمانية أعوام وهى مدة تشتمل على عدد من الأيام والشهور القمرية والسنوات الشمسية ٣٦٥ ١/٤ يومًا × ٨ = ٢٩٢٢ يومًا = ٩٩ شهرًا[١٤٣] . وكلا كشفيه كان معروفًا لدى البابليين من قبله .

- **فيثاغورس :** Pythagoras

أشهر رياضى بين الإغريق الأوائل . . قال عنه برتراند راسل : «فلست أعلم عن رجل آخر كان له من التأثير في نطاق الفكر ما كان لفيثاغورس، وأقول ذلك، لأن ما قد يبدو أفلاطونيًا ستجده عند التحليل فيثاغوريًا فى جوهره»[١٤٤] . ولد فى ساموس من جزر بحر ايجه، وتنقل إلى مصر وبابل وسورية، وعاش بين ٥٨٨ - ٥٠٣ قبل الميلاد، أسس فى قرطونية ناديا أومدرسة للتعليم والحياة البسيطة، اشترط لدخولها شروطًا صعبة، وجمع له أتباعًا آمنوا بطريقته ونهجه، ومن خلال تعاليم فيثاغورس وآراء جماعته تولدت ما نعرف بالفلسفة الفيثاغورية، وقد تميزت علوم الفيثاغوريين بميزات معينة. فقد أهمل القوم الأصل المادى للكون، وبحثوا عن حقيقته فى أحوال من النسب الرياضية، فقالوا إن أصل الكون عدد ونغم واعتبروا العدد (عشرة) أهم الأعداد وأشرفها. فله قدسية واضحة، فهو يتكون من مجموع الأعداد الأولية (١+ ٢+٣+٤ =١٠). وتشير بعض المصادر أنهم كانوا يقسمون به باعتباره النموذج العام للكون[١٤٥] .

وبنى الفيثاغوريون على أساس الرقم (١٠) أن الأجرام السماوية المتحركة عشرة، لأن

العالم كامل وحاصل على خصائص الكامل، ولكن المعروف المنظور منها تسعة فقط[١٤٦] فقد وضعوا أرضًا غير منظورة مقابلة لأرضنا إلى أسفل، ليكملوا العدد عشرة. كذلك ذهبوا إلى أن مركز الكون يجب أن يكون مضيئًا بذاته، لأن الضوء خير من الظلمة، ويجب أن يكون ساكنًا لأن السكون خير من الحركة، فليست الأرض مركز الكون وهي مظلمة وفيها نقائص كثيرة، ولكنه (نار مركزية) غير منظورة لأنها واقعة هى أيضا إلى أسفل أرضنا، والمأهول من الأرض في اعتقادهم نصفها الأعلى، ولم يفتهم أن يعينوا لكل من النار المركزية والأرض الأخرى شأنًا في نظام العالم: النار المركزية تمد الشمس بحرارتها، فتعكس الشمس الحرارة على الأرضين وعلى القمر، والأرض الأخرى تفسر الكسوف والخسوف بتوسطها بين النار المركزية وبين القمر أو الشمس[١٤٧].

وعلى هذا الأساس قام النظام الكونى عند فيثاغورس وجماعته وتأتى بعد ذلك فكرتهم حول الانسجام الكونى وموسيقى الأفلاك، فيقولون إن الكواكب تجرى بانتظام كأنها ترقص رقصة جماعية وكل حركة من حركاتها تؤدى إلى نغمة، ولهذا فإن لها نغمات مختلفة، وعلى هذا فالعالم يغنى لأنه عدد وانسجام ونغم كما ذكرنا. وفى ترجمة فيثاغورس يشير الشهر ستانى فى الملل والنحل إلى هذه الفكرة فيقول: «يدعى أنه شاهد العوالم العلوية بحسه وحدسه وبلغ فى الرياضة إلي أن سمع حفيف الفلك، ووصل إلى مقام الملك، وقال: ما سمعت شيئًا قط ألذ من حركاتها، ولا رأيت أبهى من صورها وهيئاتها»[١٤٨].

ويرجح أن فكرة كروية الأرض ترجع إلى أيام فيثاغورس، ويحتمل سارطون أنه لاحظ سطح البحر ليس مسطحًا بل منحنيًا. لان السفينة كلما اقتربت من الشاطئ يرى الرائى أولا قمة السارية، والشراع ثم يرى بقيتها تدريجيًا، ويمكن أن يوحى الظل المستدير الملقى فى خسوف القمر شكل الأرض الكروى. لكن هذا النوع من الملاحظة عال ويتطلب فهم الكسوف والخسوف، وهو أمر لم يهتد إليه أحد فى القرن السادس، والأرجح أنه عندما استبعدوا القول بأن الأرض مسطحة افترضوا كرويتها وكان فرضًا جريئًا لم يقم على أساس كاف من التجربة[١٤٩].

واعتبر الفيثاغوريون النظام الدائرى أكمل الأشكال وأفضلها بسبب كمال انتظام جميع أجزاء الدائرة بالنسبة إلى المركز، فالكون دائرى والأرض كذلك جرم دائرى تدور كما تدور الكواكب من الغرب إلى الشرق. وقسموا الأرض والعالم إلى خمس مناطق. وقالوا

أيضًا إن الجزء الذى نراه من القمر يكبر حجمه أو يصغر تبعًا للزاوية التى يواجه بها الأرض نصفه المتجه نحو الشمس، وإن خسوف القمر ينشأ من وجود الأرض أو أى جرم آخر بينه وبين الشمس، ويقول (ديوجنيزليرتس) إن فيثاغورس أول من قال إن الأرض مستديرة وأول من سمى العالم كونًا(١٥٠) .

لقد كان لأفكار فيثاغورس تأثير كبير على الذين جاءوا بعده أو عاصروه، كما كان لمدرسة طاليس وجماعته (المدرسة الأيونية) تأثير أيضًا، لذلك سنجد فيما نستعرض من مفكرين يونانيين والمدرسة الأيونية أفكاراً وآراء مختلفة من هنا وهناك، وسنجد أن هؤلاء اللاحقين قد اختلفوا من حيث أماكنهم، فمنهم من ملطية، ومنهم من ايليا، ومنهم من صقلية، ومنهم من أماكن أخرى، وتفاوتوا أيضًا من حيث اقترابهم من العلم وابتعادهم عنه، وسنستعرض بشكل موجز أهم من قدم آراء فلكية وكونية مهمة لنصل إلى الدور الثانى، دور أفلاطون وما بعده. .

- **بارمنيدس** (Parmenides)

وهو من مدينة ايليا على الشاطئ الغربى من إيطاليا، عاش بين ٥٤٠ - ٤٨٠ قبل الميلاد، وترجع أهمية بارمنيدس إلى أنه أول من افترض أن الأرض الكروية تنقسم إلى خمس مناطق، وإن لم تكن واضحة الحدود، وتصور أن عرض المنطقة الوسطى، وهى الحارة والمأهولة تبلغ ضعفى ما عليه فى الواقع، وبارمنيدس أيضًاأول من تصور الكون على شكل سلسلة متواصلة من الكرات المتحدة المركز مع الأرض المستقرة وسط الكون(١٥١) .

- **انكساغوراس** (Anaxagoras)

وهو من مدينة اقلا زومين بالقرب من ازمير من تركية، عاش بين٥٠٠ - ٤٢٨ قبل الميلاد، افترض أن النقطة الأولى أو الفوضى أطلقت هذا النظام (الكون) فنشأت حركة دورانية مستمرة، وصارت الأرض فى وسط هذه الحركة الدورانية (الإعصار). أما القمر والشمس والأجرام الأخرى فقد قُذفت بعيداًعن الأرض بالقوة الدائرية(١٥٢) .

فسر كسوف الشمس وخسوفَ القمر على أساس اعتراض القمر أو الأرض أو أحد الأجرام الأخرى بينهما.

واعتقد أن الأرض والكواكب الأخرى مستوية، وزعم أن الشمس أكبر من شبه جزيرة

البيلوبونيز، وذهب إلى أن القمر جرم مسكون كالأرض فيه سهول وأن النيزك الذى هبط سنة ٤٦٧ على نهر الماعز إنما هبط من الشمس(١٥٣) .

- **فيلو لاوس**: (Philolaos)

وهو من كرتون فى منطقة خليج تارنت عاصر سقراط، وكان فيثاغوريًا تمامًا، فالكون كروى محدود وفي مركزه تقع النار المركزية وتدور حول النار عشرة أجسام، الأول الأرض المقابلة المرافقة للأرض والتى تحجب النار عنا والثانى الأرض نفسها ثم القمر والشمس والسيارات الخمسة وأخيرًا النجوم الثابتة، ولسنا نرى الأرض المقابلة، وذلك لأن أرضنا تدير ظهرها إلى مركز الكون. وهذا يعنى ضمنًا أن الأرض تدور حول محورها هى بينما تدور هى حول مركز الكون، وإذا كانت الأرض تدور حول مركز الكون فإن الحركات الظاهرة للنجوم يمكن تعليلها بالدوران الذى تقوم به الأرض على محورها فى اتجاه مضاد وعلى الرغم من ذلك افترض فيلو لاوس أن كرة النجوم الثابتة تدور مثل الكرات الأخرى(١٥٤) .

- **هكتياس** : (Hicetas)

وتاريخه - كما يقول سارطون - غير معروف، ويمكن الافتراض أنه أصغر من فيلو لاوس ومعاصر له(١٥٥) .

ويعتقد هكتياس - كما يقول ثيوفراتوس - أن السماء والشمس والقمر والنجوم وكل الأجرام السماوية، فى اختصار ساكنة فاقدة الحركة، وأنه لا يوجد جرم فى الكون - ما عدا الأرض- قد أوتى الحركة. وأنه بينما تدور الأرض حول محورها بسرعة عظيمة، تأتى فى مجال النظر كل الظواهر التى يمكن أن تحدث كما لو كانت الأرض ساكنة هادئة والسماوات قد أوتيت الحركة(١٥٦) .

- **امبادوقليس** : (Empedocles)

وهو من صقلية عاش بين ٤٩٠ - ٤٣٠ قبل الميلاد وكان فيلسوفًا طبيبًا شاعرًا، ومن أنبغ أهل عصره(١٥٧) .

لم يرد الأشياء إلى أصل واحد كما ردها الأيونيون من قبل، وإنما أرجع العالم إلى أنه مركب من عناصر أربعة، الماء والهواء والتراب والنار، فكان أول من وضع التراب مبدأ، ولأول مرة فى التاريخ العلمى يسجل الإنسان اليونانى تمييزًا جديًا بين (المادة) و(القوة)(١٥٨) .

والكون فى أصله (محبة) خالصة ملتحمة في داخله، ولقد شاءت الصدف أن تتدخل الغلبة فتفعل الانفصال، فكان أول عنصر انفصل بفضلها هو الهواء (والهواء هنا تعبير عن جوهر مادى يختلف عن الخلاء) فظهرت الشمس والسماء والأرض والبحر ثم الكائنات الحية(١٥٩) واعتقد امبادوقليس أن السماء سطح مصنوع من البلور اهليلجى الشكل شدت إليه النجوم الثوابت وحدها بينما خليت الكواكب وشأنها. ومما ينسب إليه أن للضوء سرعة محدودة، ولم يقل هذا الرأى نتيجة للمشاهدة وإنما من خلال التأمل(١٦٠).

- **ديمقريطيس**: (Democritus)

ويعد ديمقريطس هو وزميل له اسمه ليوسيبوس (Leucippus) مؤسسي المذهب الذرى، أى هما أول من قالا بتكوّن الأجسام كلها من أجزاء لا تتجزأ، أى من (ذرات) كالتى تتطاير فى أشعة الشمس، وعاش ديمقريطيس بين سنة ٤٧٠ - ٣٦١ قبل الميلاد.

وقد قسم هذان الفيلسوفان الأجسام إلى عدد غير متناه من الوحدات المتجانسة غير المحسوسة لتناهيها فى الصغر، ووضعاها فى خلاء غير متناه تتحرك فيه فتتلاقى وتفترق فتحدث بتلاقيها وافتراقها الكون والفساد (التكون والتحلل) وقالا إنها قديمة ودائمة، وهى متحركة بذاتها، وواحدها الجوهر الفرد أو الجزء الذى لا يتجزأ(١٦١).

واعتقد ديمقريطيس أن عدد الأكوان المرتبة غير محدود وإنها مختلفة حجمًا وأنه لا يوجد فى بعضها شمس ولا قمر، وفى بعض آخر يوجدان معًا بحجم أكبر مما عندنا، وفى بعض ثالث توجد عدة شموس وأقمار، وإن الأبعاد بين الأكوان المرتبة ليست متساوية فهنا تتزايد وهناك تتناقص، وبعض الأكوان يتزايد وبعضها يزدهر وبعضها ينحل ويتلاشى، وهنا تولد أكوان وهناك تختفى. إلا أنها تفنى من جرّاء الاصطدام أحدها بالآخر، وبعض الأكوان المرتبة قاحل لا حيوان فيه ولا نبات ولا ماء إطلاقًا، وأن الأرض ولدت من النجوم فهى أول ما ولد من كوننا وأن القمر هو أقرب النجوم إلينا، ثم تأتى بعده الشمس وبعدها النجوم الثابتة، على أن السيارات ليست كلها على ارتفاع واحد»(١٦٢) إضافة إلى ذلك اعتقد ديمقريطيس أن الأرض مسطحة شبيهة بالقرص فى جوانبها ومجوفة فى الوسط.

- **اينو بيديس الخيوسى**

ويعزى إلى هذا الرياضى اليونانى المعاصر لانكساغوراس اكتشافان فلكيان، الأول هو مَيْل مستوى فلك البروج، والاكتشاف الثانى هو إصلاح التقويم(١٦٣).

- **ميتون ويوكتيمون:**

استطاع هذان الرياضيان بواسطة الملاحظات أن يعينا أطوال الفصول تعيينًا أدق من التعيينات السابقة، وأدخلا دورة جديدة تدعى الدورة الميتونية (Metonic) ومدتها ١٩ عامًا شمسيًا، أي ما يعادل ٢٣٥ شهرًا قمريًا، فيستدل ضمنًا من هذا أن طول السنة يساوى ٣٦٥ ٥/١٩ يومًا تقريبًا. وهذا التقدير أطول من الطول الحقيقى بثلاثين دقيقة وعشر ثوان، إلا أنه كتقدير تقريبى أفضل بكثير من تقديرات كليوستراتوس واوينوبيديس(١٦٤).

ثالثًا : الفلك عند الأقطاب

أفلاطون (الكون المثالى)

أفلاطون مفكر عبقرى يونانى شهير، امتاز بذكاء وخيال مبدع، عاش بين سنة ٤٢٧ – ٣٤٧ قبل الميلاد، تتلمذ على سقراط، أسس فى أثينا أكاديمية لتعليم الرياضة والفلسفة، اشتهر بفلسفته المثالية، وله نظرية المثل الشهيرة.

أما قيمته من حيث تطور العلم، فيجب أن نلتمسها فى ميدان الرياضيات، والحق كان أفلاطون رياضيًا كاملاً(١٦٥). وكانت نظرة هذا المفكر بشكل عام أقل ميلاً للعلوم الطبيعية(١٦٦).

ومن خلال فلسفته المثالية حاول أن يتخيل نظامًا كاملاً متكاملاً، أراد أن يرى العالم كما يجب أن يكون، لا كما هو فعلاً فى الواقع، وفى هذا الصدد يقول ديكستر هوز: لم يتناول أفلاطون الفلك الحقيقى تبعًا لفلك التحركات المحسوسة للأجرام السماوية المرئية، وإنما تناول التحركات المثالية للنقط الرياضية فى سماء وهمية استبدلت بسماء الإدراك الحسى، ولا تستطيع هذه النقاط أن ترسم الدوائر المنتظمة، ومهمة الفلكى عنده تفسير عدم الانتظام الملحوظ فى التحركات السماوية (عدم انتظام حركة الشمس والقمر)(١٦٧).

ويعبر سارطون عن هذه الأفكار بالأوهام العلوية، ويصف هذه الأفكار بقوله: يصر أفلاطون على أن كل كوكب يتحرك فى مسار واحد لا في مسارات متعددة، وهو مسار دائرى، وكل اختلاف عن ذلك لا يعدو أن يكون اختلافًا فى الظاهر، ويصر أيضًا على أنه لا يمكن فهم حركات السيارات إلا بالعقل والفكر لا بالرؤية. أى أنه أدرك أن العالم كون منظم، ولكن لا يمكن استنتاج ترتيبه ونظامه من الظواهر مباشرة(١٦٨).

وعلى أساس هذا الطراز من التفكير لا يمكن أن يوصف أفلاطون أنه رجل علم، وهذا لا يمنع كونه رياضيًا ممتازًا.

أما آراؤه الفلكية، فليست ذات قيمة، وهي - كما وردت في طيماوس وفي فيدون والجمهورية والقوانين - غير علمية، فهو يقدر أشياء ولا يبرهن عليها، وكثيراً ما يكون في عباراته مثل ما في أقوال العرافين من غموض(١٦٩).

أما رأيه في النظام الكوني، فيرى:

أن العالم كروى وتقع الأرض في مركزه، وهي كروية أيضًا وغير متحركة وتظل في مركز العالم بسبب التماثل، ويمر محور العالم ومحور الأرض بمركزهما المشترك، وتتم دورة الكرة الخارجية من العالم حول ذلك المحور بسرعة ثابتة في ٢٤ ساعة، كما يشاهد من حركة النجوم الثابتة. والشمس والقمر وسائر الكواكب تتحرك أيضًا بحركة الكرة الخارجية، ولكن لكل منها حركة دائرية خاصة بها، وبناء على هذه الحركات المستقلة تكون المسارات الحقيقية للكواكب حلزونية في منطقة البروج. وتتناقص السرعات الزاوية للكواكب بالترتيب الآتي: القمر والشمس والزهرة وعطارد، وهي تتحرك مع الشمس والمريخ والمشترى وزحل(١٧٠).

ولأفلاطون مفردات فلكية أخرى نعرض عن ذكرها، ويعتقد هذا المفكر كما اعتقد الفيثاغوريون من قبله بأوهام الانسجام الكوني والموسيقى السماوية التي لا يمكن أن تسمعها آذان بشرية.

وبشكل عام لم يقدم أفلاطون شيئًا مهمًا في الفلك خاصة والعلم عامة لذلك لم يكن أثره كبيراً في تاريخ العلم الفلكي، على الرغم من سيطرة أفكاره العامة على عقول العلماء والمفكرين لفترة طويلة جداً.

يودكسس (نظرية الكرات المتحدة المركز)

يودكسس عالم رياضي فلكي مبدع، وصف أنه الرياضي والفلكي الأول في عصره، ونحن لا نعرف كثيراً عن حياته، ويعتقد أنه عاش بين ٣٩٠ - ٣٣٧ قبل الميلاد، وجاء إلى أثينا ليدرس في أكاديمية أفلاطون، قضى سنة من عمره في مصر قبل أن ينشئ مدرسته في سيزيكوس(١٧١).

ألم بالفلك الفيثاغوري، ولم يرضه كل ذلك لقلة الأرصاد في هذا الفلك، وفي أثناء إقامته في مصر حصل على أرصاد فلكية مصرية، لكنه لم يكتف بها فعمل أرصاداً جديدة

وأقام لذلك مرصداً بين هليوبوليس وكركيسورا (كر كيسورا على الجانب الغربي للنيل)، ظل معروفًا حتى زمن الإمبراطور أغسطس (سنة ٢٧ قبل الميلاد - ١٤ ق م)، ثم بنى مرصداً آخر في مسقط رأسه كنيدوس ومنه رصد سهيلا[١٧٢] .

وشهرة يودكسس تقوم على اكتشافه لنظرية (الكرات المتحدة المركز) والتوسع فيها، وتعد هذه النظرية أضخم أعماله، ونظرية الكرات المتحدة المركز تعنى أن الأرض تقع في مركز الكون، تلتف حولها كرات تتحد مراكزها مع مركز الأرض، أى الواحدة داخل الأخرى.

والنظرية تبين مواضع الأجرام السماوية رياضيًا وفى أى وقت، والحقيقة أن المواضع ميسورة في حالة النجوم، لكن الصعوبة تبدو واضحة فى حالة الكواكب السيارة ومساراتها المختلفة، فالسيارات تبدو للناظر أحيانًا واقفة وأحيانًا أخرى جارية، وأحيانًا ثالثة متراجعة، وكانت هذه الحالات المختلفة معضلة فلكية، حار الفلكيون فى تكييفها، وجاء يودكسس ليعلل حركات الأجرام السماوية كلها، فاضطر إلى التسليم بوجود ٢٧ كرة متحدة المركز.

ويمكن تفصيل هذه السبعة والعشرين كرة بالقول: إن المسار الظاهرى للنجوم الثابتة لا يحتاج إلى تصور أكثر من كرة واحدة، ومسارى الشمس والقمر يحتاج كل منهما تصور ثلاث كرات، ومسار كل سيار من السيارات الخمسة الباقية يحتاج إلى أربع كرات، والمجموع يصبح ٢٧ كرة. ولكل كرة من هذه الكرات سرعة محدودة تدور بها حول محور محدد، ويقول سارطون: هذه أول محاولة لتعليل الظواهر الفلكية بواسطة الرياضيات، وهذا تعليل جد معقد يضطرنا إلى الجمع بين سبع وعشرين كرة تدور فى آن واحد بسرعات مختلفة حول محاور مختلفة، لكنه تعليل واف رشيق ويدل القيام بهذا الحل على معلومات واسعة من الهندسة الكروية[١٧٣] .

أما أعمال يودكسس الأخرى، فيذكر أنه تصور مقادير محددة للأجرام السماوية وأبعادها، ومنها أن قطر الشمس تسعة أمثال قطر القمر، وهو أمر واضح البطلان[١٧٤] .

ومن أعماله الشهيرة الأخرى تحديده الدقيق المشهور للسنة الشمسية بثلثمائة وخمسة وستين يومًا وست ساعات[١٧٥] .

وليودكسس أكثر من كتاب فى الفلك، لعل أشهرها (المرآة) وهو وصف للسماء، وكان هذا الكتاب مصدراً لقصيدة مشهورة فى الفلك نظمها اراثوس الصولى.

أرسطو طاليس (الكون الواقعى)

أرسطو طاليس فيلسوف وعالم يونانى كبير، سيطر على الفكر الإنسانى أكثر من عشرين قرنًا، عاش بين سنة ٣٨٤ وسنة ٣٢٢ قبل الميلاد، دخل أكاديمية أفلاطون فى أثينا وتتلمذ على أستاذه أفلاطون، فامتاز بين أقرانه بالنبوغ، وسماه أستاذه والقراء (العقل) لكثرة قراءته واطلاعه الثقافى..

ويختلف أرسطو عن أفلاطون، كان أرسطو فيلسوفًا واقعيًا مخالفًا تمامًا لفلسفة أفلاطون المثالية، عالج الوجود كما هو فى الواقع فعلاً، لا كما أحب أن يكون. فهناك عالم واحد، هذا العالم الواقعى الذى نعيشه.

وهذا العالم الذى نعيشه قديم بمادته وصورته وحركته وأنواع موجوداته(١٧٦)، وهو عالم واحد، وليس هناك عوالم أخرى، وهو كروى الشكل لأن الكرة أكمل الأشكال. وليس فى الأشكال ماهو مطرد التشابه إلا الشكل الكروي، والعالم يدور لأن الحركة الدائرية أوفى الحركات إلى الكمال، وما دامت هذه الحركة الدائرية هى كل ما يتحركه العالم فليس هو بحاجة إلى أقدام وأيد(١٧٧). ويقسم أرسطو العالم إلى قسمين عالم ما فوق فلك (القمر وما فوقه) وعالم ما تحت القمر.

فما تحت القمر يتكون من العناصر الأربعة الماء والهواء والتراب والنار، وهو يتحلل ويتكون، كما سيأتى، أما عالم ما فوق القمر فيتكون من عنصر آخر، عنصر خامس، لا يتكون ولا يتحلل، عنصر أزلى أبدى عالم يسوده الكمال عالم أثيرى، وحركة هذا العنصر دائرية، فالسماوات تامة الاستدارة والأجواز العليا منها أكثر قدسية من الأجواز السفلى وليست النجوم والكواكب مكونة من النار بل قوامها عنصر خامس وحركتها راجعة إلى حركة الأفلاك التى هى تابعة لها(١٧٨).

وتتألف السماء من عدد من الأفلاك المتداخلة يحرك الأعلى منها الأسفل ولا يفصل بينها فراغ، والأفلاك أجسام كروية شفافة مجوفة تحمل فى جوفها الكواكب والنجوم، وهذه الأخيرة تتحرك بحركة أفلاكها، والأفلاك سريعة الدوران، وبسرعتها هذه تسخن الأجرام بالحرارة فتضىء.

والفلك المحيط أو السماء الأولى هو غلاف العالم متحرك أول يستمد حركته من المحرك الذى لا يتحرك، وهو الله عز وجل، وهو دائم الدوران يدور من المشرق إلى المغرب فوق الأرض ومن المغرب إلى المشرق تحتها، ويدور دورة واحدة فى كل يوم وليلة،

والأفلاك متسامتة ذات مركز واحد قطبا كل منها مماسان لما فوقه وما تحته مباشرة.

والفلك المحيط يدير سائر الأفلاك، ويليه مباشرة فلك النجوم الثابتة وهى تدور معه دورة كاملة فى ٢٤ ساعة، وتلى النجوم الثابتة أفلاك السيارات، ولهذه الأفلاك حركات خاصة - أى أنها تدور فى اتجاهات مختلفة عن اتجاه الفلك المحيط، وهى بالترتيب، فلك زحل ويليه المشترى فالمريخ فالشمس فالزهرة فعطارد وآخرها فلك القمر، وهذا الأخير يدور حول الأرض، وهى المركز لكل الكون(١٧٩).

أما العالم السفلى (الأرض) فهو عالم خسيس وضيع يتكون من العناصر الأربعة، الماء والهواء والتراب والنار - وقد مرت بنا - وهذه العناصر تنطوى على الكيفيات الأربعة الحرارة والبرودة واليبوسة والرطوبة، مجتمعة اجتماعًا مزدوجًا، ولكل من هذه العناصر مكان طبيعى وحركة طبيعية وحركتها مستقيمة إن لم يعقها عائق، فالنار إلى أعلى وهى الخفيف المطلق، والتراب إلى أسفل وهو الثقيل المطلق، والهواء تحت النار وهو الخفيف بالإضافة، والماء تحت الهواء وفوق التراب وهو الثقيل بالإضافة(١٨٠).

والأرض ثابتة فى الوسط لا تدور حول محورها ولا حول غيرها، ويدعم أرسطو هذا القول ببرهان، فالحجر تقذف به إلى أعلى فيعود إلى مكانه الأول، ولو كانت تدور حول نفسها لتأثر الحجر بحركتها، ولسقط فى مكان آخر، ولو كانت تدور حول غيرها لانتقلت من مكان إلى آخر فى الفضاء الواسع ولشاهدنا اختلافًا بينًا فى مواضع النجوم من ليلة لأخرى، وهى كروية والبرهان على كرويتها:

أولا: العناصر التى تتراكم عليها تأتيها من جميع نواحيها، ولا بد لهذا التراكم أن يأخذ شكل الكرة.

ثانيًا: حافة الظل أثناء خسوف القمر مستديرة دائمًا.

ثالثًا: إذا سار الإنسان شمالاً أو جنوبًا تغير وضع النجوم فيرى نجومًا لم يكن رآها من قبل، وتختفى أخرى كان يراها(١٨١).

ويتحدث أرسطو عن حجم الأرض فيقول هى صغيرة قياسًا إلى النجوم ويقدم تقديرًا لمحيط الأرض ورثه عن الرياضيين السابقين وتقديره ٤٠٠,٠٠٠ غلوة(١٨٢). ويعلق سارطون فى الحاشية: والأشكال أن الغلوة اختلف طولها باختلاف الأمكنة والأزمنة، ومن تقديراتها ١٠/١ من الميل.

ويؤخذ على أرسطو أنه عاق تقدم علم الفلك بتمييزه بين طبيعة السماء وطبيعة

الأرض، وأفكاره أن قوانين الحركة التى تسير عليها الأرض غير قوانين الحركة التى تسير عليها السماء، وقوله إن حركات الأجرام السماوية تهيمن عليها قوانين خاصة بها، كما أنه جعل السماوات غير خاضعة للبحث العلمى التجريبى(١٨٣) . على أنه فى الجانب الآخر أسبغ أهمية على دراسة الطبيعة بوصفها نظامًا وضعيًا محسوسًا(١٨٤) .

هيرقليدس (المنظومة الأرضية الشمسية)

هيرقليدس فلكى فذ بين أقرانه اليونانيين، وصفوه بسبب أفكاره الفلكية المتطورة أحد الرواد الأوائل للعلم الحديث(١٨٥) ، والممهد الأول للفلك الكوبرنيكى بما فرض من حركة بعض الكواكب حول الشمس(١٨٦) .

ولد هذا الفلكى اليونانى فى هرقليا بنطس على الساحل الجنوبى للبحر الأسود من تركيا، ولد فى حوالى ٣٨٨ قبل الميلاد، وعاش حتى حوالى ٣١٥ قبل الميلاد، وهاجر إلى أثينا وتتلمذ على أفلاطون.

وكان هيرقليدس خلفًا روحيًا لامبادوقليس، سار على نهجه، وتصور العالم مكونًا من جزيئات لا اتصال بينها، خلافًا لنظرية الذرات فى مذهب ديمقريطس، وهى عنده ذات أشكال مختلفة، بعضها يلتصق ببعض، ولعل الجزيئات عند هيرقليدس تتماسك بواسطة نوع من النحاب الذى ذهب إليه امبادوقليس(١٨٧) .

وهيرقليدس كغيره من اليونانيين، كان له إلى جانب النزعة العقلية العلمية نزعة أو نزعات غير عقلية، فله مؤلفات فى الميثولوجيا منها أسطورة تناول فيها بالبحث أسرار الآخرة، وعنده أن مقر الأرواح بعد مفارقة الأجساد يكون فى المجرة.

وكما قلنا أن هيرقليدس أول من عرض نوعًا من المجموعة الشمسية الأرضية ويمكن اعتباره على أساس هذا الغرض أول فلكى إغريقى مهد للفلك الكوبرنيكى.

وخلاصة نظرية هيرقليدس

إن الكون لا نهائى، والأرض تقع فى وسط المجموعة الشمسية والشمس والقمر والكواكب العليا تدور حول الأرض، أما الزهرة وعطارد والكوكبان السفليان فيدوران حول الشمس.

والأرض تدور يوميًا حول محورها، وهذه الدورة تحل محل الدورة اليومية للنجوم حول الأرض(١٨٨) . وهذه النظرية إذا نظرنا إليها من وجهة النظر الحديثة، فهى حالة

وسطى أو توفيق بين نظرية بطليموس (بطليموس يضع الأرض فى مركز الكون كما سيأتى الحديث عنه). ونظرية كوبرنيكوس (الذى يضع الشمس فى مركز الكون كما سيأتى فى الباب الثالث).

ومثل هذا التوفيق - ولكن بشكل أعمق وأكثر تطوراً جاءت نظرية تيخوراهه حول المجموعة الشمسية فى القرن السادس عشر، حيث افترض هذا الفلكى نموذجًا كونيا جاء فيه أن الأرض ساكنة تدور الشمس من حولها، بينما تدور الكواكب الخمسة المعروفة عطارد والزهرة والمريخ وزحل والمشترى حول الشمس، ومع أن هيرقليدس لم يصل إلى مستوى تيخوبراهه ولا كوبرنيكوس فقد كانت فكرته حول المجموعة الشمسية - على نقصها - غاية فى الجودة بالنسبة إلى عصره(١٨٩).

اريستارخوس (الجذور الأولى لمركزية الشمس)

اريستارخوس (Aristarchus) عالم فلكي يونانى كبير، ولد فى ساموس إحدى جزر ايونيا الرئيسية، عاش بين ٣١٠ قبل الميلاد إلى ٢٣٠ ق م. وكان شديد التحمس لدراسة الفلك فلم يترك فرعًا إلا بحثه ونبغ فى هذه الفروع جميعها(١٩٠).

أفكاره كانت ثورية، سبقت أفكار كوبرنيكوس بثمانية عشر قرنًا، حتى لقب بكوبرنيكوس العصور القديمة(١٩١).

وأهم ما قدم الرجل نظريته الشهيرة فى مركزية الشمس، حيث أحل الشمس فى وسط الكون بدلا من الأرض ونظريته هذه توسع فى نظرية هيرقليدس المذكورة آنفًا حيث استمد اريستارخوس أفكاره من هيرقليدس، ولكنه تفوق عليه(١٩٢). ولعله استوحاها من الفيثاغوريين، حيث جعل الشمس فى مركز الكون عوضًا عن النار المركزية.

وقد خلّف هذا العالم الفلكى الرائد رسالة وحيدة تحت عنوان (أحجام الشمس والقمر وأبعادهما)(١٩٣). وتذكر بأسماء مختلفة، ولم يذكر اريستارخوس فيها أية إشارة إلى أن الشمس فى مركز الكون، بل أن الرسالة تفترض عكس ذلك: الشمس والقمر يتحركان فى دائرتين حول الأرض لكننا عرفنا رأيه بمركزية الشمس، من خلال كتاب (حاسب الرمل) لارشميدس المعاصر لاريستارخوس وفى هذا الكتاب جاء:

«إن الكون هو الاسم الذي أعطاه الفلكيون لكرة مركزها مركز الأرض ونصف قطرها يساوى المسافة بين مركز الشمس ومركز الأرض، هذه هى العبارة التى تسمعها عادة من الفلكيين، ولكن اريستارخوس الساموسى قد وضع كتابًا يشتمل عدة افتراضات،

ويستخلص منها أن الكون الحقيقى أكبر من الكون الذى سبق ذكره بمرات عديدة، وتعتمد افتراضاته على أن النجوم والشمس تبقى ثابتة فى مكانها بدون حركة، وأن الأرض تدور من حول الشمس في مسار دائرى تتوسطه الشمس، وأن كرة النجوم الثوابت متحدة فى المركز مع الشمس، وهى من الاتساع بحيث إن نسبة الدائرة التى تمثل دوران الأرض من حول الشمس إلى بعد النجوم الثوابت كنسبة مركز الكرة إلى سطحها»(١٩٤) .

ويعتقد سارطون أن هذا النص صحيح ولاشك فيه يقول " «لا سبيل إلى الشك فيما قاله أرشميدس الذى ولد فى أثناء حياة اريستارخوس وكان معاصرًا له(١٩٥) .

ومجمل نظرية اريستارخوس فى النظام الكونى : الشمس تقع فى مركز الكون، والأرض تدور حولها سنويًا، وفى نفس الوقت تدور حول محورها يوميًا، وكل الكواكب السيارة تدور حول الشمس ما عدا القمر، فإنه يدور حول الأرض، أما النجوم الثابتة فهى ثابتة وحركتها اليومية ليست سوى خدعة مرجعها دوران الأرض حول محورها في الاتجاه المضاد، أما كرة النجوم الثابتة فهى كبيرة جدًا بحيث يمثل مدار الأرض حول الشمس نقطة بالنسبة إلى هذا الاتساع الهائل .

والخطوط العامة لهذه النظرية هى نفس خطوط نظرية كوبرنيكوس التى قالها بعد اريستارخوس بثمانية عشر قرنًا .

ولم يأت اريستارخوس بهذا الافتراض دون أن يقيمه على أسس كافية، فالرجل كان رياضيًا فلكيًا معروفًا له تجارب وأرصاد طويلة، منها أنه تأكد أن الشمس أكبر بكثير من القمر، وأكبر من الأرض أيضًا، وليس من المعقول أن جسمًا صغيرًا كالأرض يتحكم بجسم كبير كالشمس(١٩٦) .

ومن أجل افتراضاته هذه أُلصقت به تهمة الذندقة، وهكذا سبب هذا الافتراض فى العالم القديم ثورة مماثلة – وإن كَانت أخف – لثورة كوبرنيكوس(١٩٧) . ويقولون إن اريستارخوس نفسه قد نزل عن هذا الافتراض حين عجز عن التوفيق بينه وبين حركات الأجرام السماوية التى كانوا يظنونها دائرية(١٩٨) .

أما العمل المهم الآخر لاريستارخوس فهو ما ورد فى كتابه الوحيد الباقى بين أيدينا (أحجام الشمس والقمر وأبعادهما) حول قياس الأحجام والأبعاد: يقول سنجر نحن مدينون لاريستارخوس بأول محاولة عملية لقياس البعدين النسبيين لكل من الشمس والقمر عن الأرض وحجم كل واحد بالنسبة للآخر(١٩٩) .

ومن حسابات اريستارخوس استنتج أن قطر الشمس يزيد عن قطر القمر ١٩ مرة فى حين أن القيمة الحقيقية ٤٠٠ مرة . ونسبة حجم الشمس إلى حجم القمر أكثر من ٥٨٣٢ مرة وأقل من ٨٠٠٠ مرة فى حين أن القيمة الحقيقية هى ٦٣,٧٠٠,٠٠٠ ونصف قطر مدار القمر حول الأرض يزيد ٢٦ ١/٤ مرة على قطر القمر ، والواقع أن البعد المتوسط بين الأرض والقمر يساوى ما يزيد على ١١٠,٥ مرة من قطر القمر .

وقطر الشمس يساوى ما يزيد على ٦,٧٥ مرة من قطر الأرض والواقع أن النسبة هى ١٠٩ مرات .

والشمس أكبر من الأرض بمقدار ٣١١ مرة تقريبا فى حين أن النسبة الحقيقية من ناحية الحجم هى ١,٣٠٠,٠٠٠ ونسبة قطر القمر إلى قطر الأرض هى نسبة ٩ إلى ٢٥ ، أى أن قطر الأرض يساوى ما يزيد على ٢,٨٥ مرة من قطر القمر ، أما القيمة الفعلية فهى ٣,٧[٢٠٠] .

والنتائج العددية لأعمال اريستارخوس بعيدة جدًا عن الصواب لكن نفس القيام بقياس أبعاد الأجرام السماوية في عصره يعتبر - بحق - من الأعمال الهامة جدًا[٢٠١] .

ومن أعمال اريستارخوس الأخرى ابتكار نوع من المزاول الشمسية ، يسمى (سكافية) وهو وعاء مجوف وليس مستويًا استواء المزاول المألوفة وإنماهونصف كروى فى شكله وله مؤشر يتمشى مع نصف القطر ، ويمكن بواسطته معرفة اتجاه الشمس وارتفاعها بقراءة طول المؤشر من حيث موقعه من الخطوط المرسومة على الوعاء المجوف[٢٠٢] .

هذا هو اريستارخوس الفلكى ، وهذه أهم إنجازاته الفلكية لكنه ضاع فى ظل شخصيتين فكريتين كبيرتين ، سيطرتا على تاريخ الفكر الفلسفى والعلمى زمنًا طويلاً هما أرسطو طاليس وبطليموس القلوذى ، ولولاهما لربما تغير مجرى التاريخ الفلكى ولتطورت النظرية الشمسية قبل ظهور كوبر نيكوس .

هيبارخوس (الأب الحقيقى للفلك)

يمكننا أن نعد هيبارخوس أعظم فلكى يونانى ، وقد وُصف بأنه واحد من أعظم الفلكيين فى العصور القديمة ، عاش بين ١٩٤ - ١٢٠ قبل الميلاد ولد فى نيقية الواقعة شرقى بحر مرمرة من تركيا ، عمل فى رودس مراقبًا فلكيًا بين حوالى ١٦٢ - ١٢٦ قبل الميلاد[٢٠٣] .

وكان إلى جانب علمه الفلكى الغزير عالمًا رياضيًا فذًا. وأسس علم المثلثات وسخره فى خدمة الفلك، ولولا المثلثات لتعذر حل عدد كبير من المسائل الفلكية.

ولم يبق من آثاره الكثيرة سوى كتاب واحد هو شرحٌ لكتاب الظواهر الطبيعية ليودكسس وأرانوس الصولى، لكننا عرفنا هيبارخوس من كتاب المجسطى الشهير الذى ألفه بطليموس القلوذى بعده بحوالى ثلاثة قرون، فالكتاب اعتمد على بحوثه وتقديراته، وتداخلت أفكار هيبارخوس مع أفكار بطليموس بحيث يصعب الفرز الدقيق، وقد أثنى هذا الأخير كثيراً على هيبارخوس، ووصفه بأنه (محب للحقيقة) و(أعظم محب للحقيقة)[٢٠٤].

والواقع أن هيبارخوس هو الأب الحقيقى للفلك القديم كله فأغلبت ما ورد فى المجسطى يرجع إلى هيبارخوس، لكن نفوذ بطليموس وسيطرته على التاريخ الفلكى الطويل، وانتشار كتابه على نطاق واسع والتفسيرات والشروح المتعددة أنست هيبارخوس، فضاع فى ظل شهرة بطليموس وقوته.

فالنظام الأرضى الشهير، الذي جعل الأرض مركز الكون، وأفلاك الكواكب والنجوم تدور حولها، هو نظام هيبارخوس، لكنه اقترن باسم بطليموس.

وكان من الممكن أن يقتنع هيبارخوس بالنظام الشمسى لاريستارخوس ولكنه وجد أن فكرة الدوائر المنتظمة التى آمن بها اريستارخوس لا تنسجم مع النظام الشمسى الاريستارخوسى، فاستنتج أن القول بأن الأرض مركز العالم يفسر هذه الحقائق أحسن مما يفسرها فرض اريستارخوس، وذلك أن النظرية القائلة بأن الشمس مركز العالم لا يمكن أن تثبت على التحليل الرياضى إلا إذا افترضنا أن مدار الأرض قطع ناقص، وهذا فرض لا يوائم التفكير اليونانى [٢٠٥]، وهذه لمحة علمية رائعة.

ودرس هيبارخوس تغيير مواقع الكواكب، وكانت أمامه نظريتان هما (الحركة اللامركزية) و(الحركة التدويرية)، وقد اعتنق بعض من سبقوه فكرة نظرية الحركة التدويرية، أى أنهم اعتقدوا أن كل كوكب يتحرك فى دائرة صغرى مركزها يتحرك على محيط دائرة كبرى تقع الأرض فى مركزها، وقد مال هيبارخوس إلى الأخذ بنظرية الحركة اللامركزية، أى أن هذه الكواكب تتحرك في دوائر تختلف مراكزها عن مركز الأرض، وقد كان بارعًا جدًا فى التوسع فى نظريته هذه فيما يتعلق بالشمس والقمر، ولكنه أقل

توفيقًا فيما يختص بالكواكب الأخرى، والذى حدث أن النظرية التى سادت في العصور القديمة هى نظرية الحركة التدويرية، ويرجع ذلك بصفة خاصة إلى بطليموس[٢٠٦] .

لقد كان هيبارخوس راصداً فلكيًا ممتازًا، عمل أرصاداً كثيرة، واستفاد من أرصاد من سبقه، وبينما كان يرقب السماء دهش ذات مساء لظهور نجم فى مكان لم يرقب فيه نجمًا من قبل، ولكى يثبت ما سوف يحدث من اختلاف فى مواضع النجوم فى مستقبل الأيام صنع حوالى عام ١٢٩ قبل الميلاد فهرسًا وخريطة وكرة حدد فيها مواضع أكثر من ألف من النجوم الثابتة بالنسبة لخطوط الطول والعرض السماوية، وقد استفاد دارسو السماء من عمله هذا أعظم فائدة، ووازن هيبارخوس خريطته بخريطة تموكارس التى صنعها قبل خريطته بمائة وست وستين سنة فتبين أن النجوم قد غيرت مكانها الظاهرى نحو درجتين في هذه الفترة الزمنية، وعلى هذا الأساس كشف هيبارخوس أدق كشوفه كلها، وهو تقدم الاعتدالين ويعنى به تقدم اللحظة التى تقع فيها نقطة الاعتدالين على خط الزوال، وقدر هذا التقدم بست وثلاثين ثانية كل سنة، والتقدير المأخوذ به الآن خمسون ثانية[٢٠٧] .

وحدد هيبارخوس طول السنين الشمسية والقمرية والنجمية، تحديدا لا يكاد يختلف فى أطوالها الصحيحة، فقد قدر السنة الشمسية بـ ٣٦٥ يومًا وربع يوم إلا أربع دقائق و٤٨ ثانية، وهو يختلف عن تقدير هذه الأيام بست دقائق لا أكثر، و كان تقديره للشهر القمرى الوسطى ٢٩ يومًا و١٢ ساعة و٤٤ دقيقة ٢ ١/٢ ثانية، وهو يختلف عن التقدير المعترف به اليوم أقل من ثانية، وحسب أزمنة اقتران الكواكب وميْل مدار القمر عن فلك الأرض.

ودرس هيبارخوس بعد الشمس والقمر دراسة جديدة وأصلح النتائج التى حصل عليها اريستارخوس، فكانت نتائجه ما يلى : إذا كان قطر الأرض يساوى ق فإن قطرى الشمس والقمر على التعاقب هما ١٢ ١/٢ ق، ١/٢ ق وإن بعديهما عن الأرض هما ١٢٤٥ ق، ٣٣٥ق، وهذه النتائج بعيدة عن الصحة لكن قيمتها أن هيبارخوس أدرك إمكان إجراء قياسات كهذه[٢٠٨] .

ويُذكر أن هيبارخوس استخدم أدوات فلكية لتساعده على الرصد، منها استعانته بكرة سماوية فى دراسة الكوكبات ليتمكن بذلك من إبداء ملاحظات على صور الكوكبات، وعن توزع النجوم فيها دون إجراء عمليات حسابية، ويسميه بطليموس (المخترع) وينسب إليه عضادة محسنه، وجهازه اختلاف المنظر وجهاز الربع الجدارى واللبنة، وجهاز الدائرة الزوالية والأسطرلاب[٢٠٩] .

وحين نصل إلى بطليموس، نصل إلى رب الفلك القديم كله، حيث انتهى الفلك القديم إليه فجمعه وشذَّبه واختزله وأضاف إليه وصبه فى بوتقة واحدة اسمها (المجسطى).

يقول القفطى: وإلى بطليموس انتهى علم حركات النجوم ومعرفة أسرار الفلك وعنده اجتمع ما كان متفرقًا من هذه الصناعة بأيدى اليونانيين والروم وغيرهم من ساكنى أهل الشق الغربى من الأرض وبه انتظم شتيتها وتجلى غامضها[٢١٠].

وبطليموس القلوذى عالم يونانى متعدد الجوانب، فهو فلكى رياضى جغرافى مؤرخ عاش فى الإسكندرية فى مصر فى القرن الثانى الميلادى وهو أشهر الشخصيات الفلكية على الإطلاق، سادت نظريته الفلكية من القرن الثانى الميلادى وحتى القرن السادس عشر، واكتسحت كل ما عداها من الأفكار الفلكية فكان لها فعل المخدر على العقول، لم يجرؤ أحد على مخالفتها والخروج عن إطارها العام إلا فى حدود، كخروج ابن الهيثم والطوسى وابن الشاطر، وقليل غيرهم، على بعض المسائل الفلكية - كما سيأتى ذلك-.

وبطليموس آمن ما آمن به هيبارخوس وأغلب الفلكيين السابقين، فالأرض ثابتة ساكنة في مركز العالم (الكون) والأجرام السماوية كافة تدور حول هذا المركز فى أفلاك دائرية كاملة الاستدارة، الفلك الأول القمر ثم فلك عطارد، فالزهرة فالشمس فالمريخ فالمشترى فزحل، ويلى ذلك فلك النجوم الثابتة.

وهذا النظام يتطابق مع الأرصاد المرئية للشمس والقمر والنجوم لكنه لا يتطابق والأرصاد المرئية لأفلاك الكواكب السيارة (المتحيرة كما هى عند القدماء) فأفلاكها معقدة لا تكفى الحركة الدائرية الواحدة فى تفسيرها مما جعل بطليموس يدخل عليها حركات إضافية أخذت شكل (فلك التدوير) للتغلب على هذه الأشكال، وفلك التدوير دائرة إضافية أصغر من المدار الرئيسى الذى يلتف حول الأرض، ومركز فلك التدوير يتحرك حول الدائرة الأساسية التى مركزها الأرض.

وكان بطليموس موسوعيًا محيطًا بكل علم الفلك حتى زمانه، فتحدث عن السماء ووصفها وصفًا دقيقًا لعله أقدم وصف معروف للسماء حيث وضع جدولاً أحصى فيه ١٠٢٩ كوكبًا ثابتًا وسيارًا.

ويستعرض القزوينى بعض مسائل علم الفلك عند بطليموس بإعجاب شديد فيقول: «ومسح الأفلاك برجًا برجًا، ودرجة درجة، وثانية ثانية حتى يقول: فى يوم كذا وفى

ساعة كذا يكون الكسوف أو الخسوف، ويقع كما قال. وأعجب من هذا أنه يبين بالبراهين الهندسية أن ما بين السماء والأرض من المسافة كم يكون ميلاً، وأن كل فلك من الأفلاك تحتها كم يكون ميلاً، ودورتها كم تكون ميلا. وقطرها كم يكون ميلاً، ومن أعجب الأشياءوضع الاسطرلاب والتقويم، فسبحان من علم الإنسان ما لم يعلم»[٢١١] .

وقد أوجز بطليموس علم الفلك المعروف فى عهده فى كتاب شهير جداً اسمه (المجسطى) والمجسطى هي الترجمة العربية للمخطوط الإغريقى القديم (Megale Sgntaxis) أى المؤلف العظيم، ومن الواضح أن المترجمين العرب الذين كانوا أول من نقلوه إلى أوربا قد غيروا لفظ (Megale) بمعنى عظيم إلى صيغة التفضيل (Megiste)، بمعنى الأعظم، ومن ثم صار معروفًا عند العرب باسم المجسطى، ومنه نشأت الصيغة اللاتينية (Almagestum)[٢١٢] .

والمجسطى أشهر كتاب فلكى فى العصور الوسطى على الإطلاق اقترن اسم بطليموس به، فالمجسطى بطليموس وبطليموس المجسطى. ويصف القفطى هذا الكتاب فيقول : «وما أعلم أحداً بعده (بطليموس) تعرض لتأليف مثل كتاب المعروف بالمجسطى ولا تعاطى معارضته بل تناوله بعضهم بالشرح والتبيين كما لفضل بن أبى حاتم النيريزى وبعضهم بالاختصار والتقريب كمحمد بن جابر البتانى وأبى الريحان البيرونى الخوارزمى مصنف كتاب (القانون المسعودي) ألفه للمسعود بن محمود بن سبكستكين وحذا فيه حذو بطليموس وكذلك كوشيار بن لبان الجيلى فى زيجه وإنما غاية العلماء بعد بطليموس التى يجرون إليها وثمرة عنايتهم التى يتنافسون فيها فِهْم كتابه على مرتبته وأحكام جميع أجزائه على تدريجه، ولا يعرف كتاب ألف فى علم من العلوم قديمها وحديثها فاشتمل على جميع ذلك العلم وأحاط بأجزاء ذلك الفن غير ثلاثة كتب أحدها كتاب المجسطى هذا في علم هيئة الفلك وحركات النجوم، والثانى كتاب أرسطو طاليس فى علم صناعة المنطق والثالث كتاب سيبويه البصرى فى علم النحو العربى[٢١٣] .

وقد كان الكتاب مرجعًا فلكيًا عامًا فى العالم العربى والإسلامى والأوروبى حتى عصر النهضة العلمية فى القرن السادس عشر، وقد أشبعوه ترجمات وتفسيرات وتعليقات وشروحًا ونقودًا، وأول من عنى بتفسيره وإخراجه إلى العربية يحيى بن خالد بن برمك ونقله آخرون بعده[٢١٤] .

والمجسطى يشتمل على ثلاث عشرة مقالة نوجزها فيما يلى :

– المقالة الأولى : تجمع المقدمات، كالبرهان على كروية السماء والأرض، وعلى ثبوت الأرض فى مركز الكون، ثم مَيْل فلك البروج ومطالع درج البروج فى الفلك المستقيم.

الثانية : فى المباحث، فيما يختلف باختلاف عروض البلدان مثل طول النهار وارتفاع القطب والمطالع فى الأقاليم والزوايا الناشئة عن تقاطع دائرتين من دوائر الأفق ونصف النهار، ومعدل النهار وفلك البروج وغيرها.

الثالثة : فى تعيين أوقات نزول الشمس فى نقطتى الاعتدال ونقطتى الانقلاب ثم فى مقدار السنة الشمسية وحركتى الشمس المعتدلة والمختلفة والطريقة الهندسية لبيان اختلاف الحركة بفلك خارج المركز أو بفلك تدوير ثم فى اختلاف الأيام بلياليها، وتحويل الأيام الوسطى إلى المختلفة وبالعكس.

الرابعة : فى حركات القمر المعتدلة فى الطول والعرض.

الخامسة : فى بيان اختلافات حركات القمر وحسابها ثم حساب اختلاف المنظر فى الارتفاع والطول والعرض.

السادسة : فى اجتماعات النيرين (الشمس والقمر) واستقبالاتهما وكسوفاتهما.

السابعة : فى الكواكب الثابتة والأشكال العارضة لها مع الشمس.

الثامنة : فى جريدة الكواكب الثابتة ومواضعها فى الطول والعرض.

التاسعة والعاشرة والحادية عشرة : فى بيان حركات الكواكب الخمسة المتحيرة فى الطول.

الثانية عشرة : فى الرجوع والاستقامة والمقامات العارضة للكواكب الخمسة المتحيرة.

المقالة الثالثة عشرة والأخيرة : فى عروض الكواكب الخمسة المتحيرة وظهورها واختفائها(٢١٥).

الفصل السادس

الفلك فى النصف الآخر من الكرة الأرضية

فى نصف العالم الغربى ، بين القارتين الأمريكيتين ، سادت حضارات قديمة . بدأت قبل حوالى عشرة آلاف سنة ، ووصلت ذروتها فى القرون الأولى قبل الميلاد ، والقرون الأولى بعد الميلاد .

وكانت متقدمة نسبيًا ، لكنها - فى حدود ما توافر عنها- لم تصل إلى مستوى وشمولية الحضارات الشرقية القديمة المارة الذكر ، فلم تزد شيئًا مهمًا على ما قدمته تلك الحضارات .

امتدت هذه الحضارات من جنوب المكسيك إلى المرتفعات الجنوبية من بيرو ، وقد مثلتها قبائل الأنكا فى بيرو والأزتك فى المكسيك ، والمايا فى غواتيمالا .

وعلى العموم لم تتوافر لدينا معلومات وافية تقدم صورة واضحة كاملة عن هذه الحضارات ، لكننا عرفنا من خلال المصادر القليلة المتوافرة والآثار الباقية ، أنها امتلكت مادةعلمية حضارية جيدة ، بنت أهرامات كبيرة مدرجة وعرفت الترقيم واستعملت الصفر استعمالاً صحيحًا وأبدعت تقويمًا على كثير من الدقة وأمورًا أخرى .

ومعلوماتنا عن قبائل الأنكا ناقصة ، نظرًا لعدم توافر المصادر والمستندات الكافية ، لذلك لا يمكن القطع بمستوى درجة حضارة هذه القبائل ، المتوافر لنا من خلال المقارنات أن قبائل الأنكا أقل مستوى ودرجة من حضارات القبائل المجاورة ، والسبب هو جهل هذه القبائل (الأنكيين) بالكتابة[٢١٦] ، قياسًا إلى قبائل الأزتك والمايا التى عرفت الكتابة ، والمتوافر أيضًا أن الأنكيين اهتموا بالنجوم اهتمامًا واضحًا ، فلعبت دورًا أساسيًا فى دينهم ، ومع كل اهتماماتهم بالنجوم ، يبدو أنهم لم يقوموا برصدها أو بعمليات حسابية متقدمة حولها[٢١٧] . واعتقدوا أن الشمس سلف إلهى لسلالتهم فعبدوها ورصدوها وربطوا تقويمهم بها[٢١٨] .

ومما وصلنا عنهم ، أنهم وضعوا معايير عند الأفق فى (كوزكو) ليرصدوا من خلالها شروق الشمس وغروبها ، لكن نتائج تلك الأرصاد لم تصل إلينا .

وعرفنا أن لسكان البيرو نظامًا عدديًا عشريًا ، وأنهم كانوا يدونون حساباتهم فوق صفائح ذات عقد ، وكانت قبور المنطقة الشاطئية الجافة قد قدمت العديد من التسجيلات .

وقد حلل نوردن كيولد بعض تلك التسجيلات، وظن أنه عثر على حسابات للأيام يعود بعضها إلى سنة شمسية من ٣٦٥ يومًا، وبعضها الآخر إلى الدوران الاقترانى للزهرة والمريخ والمشترى، لكن هذه الفرضيات المغرية بنيت على أسس واهية [٢١٩] .

وفى أمريكا الوسطى، حيث تعيش قبائل الأزتك وقبائل المايا، وجدنا حضارة أعلى مستوى من حضارة الأنكا . فعرفنا أن تلك القبائل عرفت الكتابة المسمارية والهيروغليفية، على جلد أو على ورق مصنوع من قشور الأشجار المرققة[٢٢٠] .

وعرفت أيضًا حساب الزمن، بفضل نظام معقد جدًا، يمزج التقويم الطقوسى مع التقويم التنبؤى، فكانت الروزنامة الطقوسية مؤلفة من سنة مبهمة من ٣٦٥ يومًا تقسم إلى ١٨ شهرًا كل شهر ٢٠ يومًا يضاف إليها خمسة أيام إضافية أما الروزنامة التنبؤية فهى دورة كيفية من ٢٦٠ يومًا تتألف بمزج ٢٠ إشارة و١٣ رقمًا، وكل يوم يتحدد بإشارة وبرقم[٢٢١] .

أما دورة الزهرة فكانت ٥٨٤ يومًا، وبهذا الشأن تذكر بعض المستندات احتفالات كانت تتكرر كل ٨ سنوات، واحتفالات كانت تقام كل ١٠٤ سنة، وكان الهدف من هذه الطقوس فى الأصل الاحتفال بتطابق الدورة الشمسية ودورة الزهرة بحسب المبدأ التالى :

٨ سنوات شمسية من ٣٦٥ يومًا = ٥ دورات (زهرية) من ٥٨٤ يومًا

١٠٤ سنوات شمسية من ٣٦٥ = ٦٥ دورة (زهرية) من ٥٨٤ يومًا [٢٢٢] .

لقد اهتمت قبائل الأزتك والمايا بمدة السنة الاستوائية وبالشهر القمرى الاقترانى، وبدورة الزهرة، وليس هناك دليل أن تلك القبائل عرفت هوية الكواكب الأخرى الرئيسية، ولا حسبت حركاتها، ولم تكن لديها فكرة صحيحة عن حركة الأرض وحركة الزهرة حول الشمس .

وعرفت أيضًا نجوم الدبران، واريون (الجوزاء) والثريا، وكانت النجوم بالنسبة إليهم مهمة من الناحية الدينية والطقوسية والتنجيمية والزراعية[٢٢٣] .

وفى المخطوطات القديمة (عصر ما قبل كولومبوس) وجدت صورة الكاهن المنجم الوطني، وهو جالس القرفصاء فى المعبد موجهًا عينيه وراء ثقب ثابت يرصد - على ما يبدو - النقطة الدقيقة التى يبزغ منها نجم أو يغيب عن الأفق[٢٢٤] .

وفى المدينة القديمة اكساكتون يوجد هرم في مواجهة الشمس الصاعدة، وكان أمامه معبد وسطه يحدد خط الاعتدالين، كما أن هناك بنائين آخرين تدل زواياهما على خطوط الانقلابات المدارية.

وفى شيشن ايتزا كان هناك برج مدور لم يبق منه غير نصفه، كان يستعمل كمرصد، وكانت جدرانه السميكة جداً ذات فتحات ضيقة، وأطرافها الداخلية تحدد الاتجاهات المهمة، الجنوب بشكل دقيق، والغرب بشكل دقيق أيضًا، واتجاه أفول القمر، عند أقصى حدود ميله(٢٢٥).

ولارتباط الدين بالسماء والشمس والنجوم كانت أهراماتهم مراكز ممتازة لرصد الشمس والنجوم، (إضافة إلى كونها أماكن عبادة (معابد) وقد انتشرت وعلت بعيداً في السماء، وكانت مدرجة وشاهقة، يصل ارتفاع بعضها إلى ٧٠ متراً وفي بعض الحالات تستخدم تلال يرتكز عليها هيكل الهرم(٢٢٦). ويقول (جيسو رويز) تعليقًا على هذا العلو «وينتابنا شعور بأن المعماريين أرادوا الارتفاع إلى السماء ربما للتقرب من الآلهة الشمسية التى كانوا يعبدونها»(٢٢٧).

أما الآلات الفلكية المستخدمة فى الرصد فلانعرف شيئًا مهما عنها، لكن تشير بعض الصور إلى أن عصا على شكل صليب كانت تقام أمام المعابد لتشير إلى الموضع الذى تنطلق منه المراقبة والرصد(٢٢٨).

ويعتقد البعض أنهم عرفوا مزاول شمسية أكثر تعقيدا مما كان معروفًا من المزاول فى العالم القديم(٢٢٩).

الواقع أن حضارة النصف الآخر من الكرة الأرضية المتمثلة بقبائل الأنكا والأزتك والمايا (المذكورة آنفا) كانت غريبة على العالم العربى والإسلامى ففي حين تفاعل فلكنا مع فلك الحضارات الأخرى، وخاصة اليونانية والهندية والفارسية، لم نقرأ فى تراثنا الفلكى ولا كلمة واحدة عن فلك حضارات ذلك العالم البعيد، وهو - على ما يبدو - فلك متقدم عاصر ازدهار الفلك في حضارتنا العربية الإسلامية.

ثم أن الغريب فى هذه الحضارة هو اختفاؤها الفجائى المثير فى عام ٩٠٩ ميلادية، وراح علماء الآثار والباحثون يعللون ذلك الاختفاء بعلل مختلفة(٢٣٠) ومع اختفائها اختفت معظم المعارف والعلوم والأسرار يقول (جيسو رويز) تحت عنوان: «أهو إخفاق حضارة؟» «لقد انهارت حضارة المايا الكلاسيكية وزال معها كل ما توصلت إليه من معارف

ورياضيات وفلك ومعتقدات وميثولوجيا وطقوس وكذلك اضمحلت الكفايات الفلسفية والتكنولوجية والمعمارية والفنية، فهل هذا فشل حضارة؟

لقد ذهب أو مات رجال ونساء حاملين معهم تجربة إنسانية ومنشآت فكرية وتاريخية لحضارة مدهشة، إنه الشيء الوحيد الذي يمكننا جزمه، أما كيف ولماذا فهما أمران لم نتوصل إلى ادراكهما يقيناً بعد[٢٣١].

هوامش الباب الأول

(١) ذكر التهانوى : «الجِرْم بالكسر وسكون الراء المهملة هو الجسم، إلا أن اكثر استعماله فى الأجسام الفلكية» موسوعة كشاف اصطلاحات الفنون والعلوم: محمد على التهانوى، مراجعة د. رفيق العجم، تحقيق د. على دحروج، نشر مكتبة لبنان. ناشرون/ لبنان ١٩٩٦ (طبعة أولى) ج ١ ص ٥٥٧ .

(٢) السنة الضوئية (Light Year) هى مسيرة الضوء فى سنة كاملة بسرعته المعروفة ٣٠٠,٠٠٠ كيلومتر فى الثانية، أو ١٨٦,٠٠٠ ميل فى الثانية، ومسافتها بالأميال ٦ مليون مليون ميل .

(٣) جيرالد هوكنز: بدائع السماء : ترجمة د. عبدالرحيم بدر: المكتبة العصرية صيدا سنة ١٩٦٧ ص ٦٧-٦٨ .

(٤) ر . ج فوربس وا . ج ديكستر هوز : تاريخ العلم والتكنولوجيا : ترجمة أسامة أمين الخولى: القاهرة ١٩٦٧ ص ١٠٠ .

(٥) تاريخ العلم والتكنولوجيا ص ١٠٢ .

(٦) نفس المرجع ص ١١٧ .

(٧) جورج سارطون: تاريخ العلم طبعة دار المعارف بمصر، القاهرة (الترجمة العربية) ترجمة لفيف من العلماء ج ٣ ص ١١١ .

(٨) تاريخ العلم والتكنولوجيا ص ١٠٣ .

(٩) محمد بن اسحاق ابن النديم: الفهرست، دار المعرفة، بيروت ١٩٧٨ ص ٣٧٤ - ٣٧٥.

(١٠) جماعة من المستشرقين: دائرة المعارف الإسلامية: أصدرها بالعربية أحمد الشنتناوى وآخرون: دار المعرفة بيروت، ج ٥ ص ٤٩٠ .

(١١) الأنعام: ٥٩ .

(١٢) عبدالرحمن بن خلدون، المقدمة: المكتبة التجارية بمصر، بدون تاريخ ص ٥١٩ .

(١٣) ول ديورانت: قصة الحضارة ، الترجمة العربية: نشر لجنة التأليف والترجمة والنشر، القاهرة ج ٢٧ ص ١١٧ .

(١٤) زيغريد هونكه: شمس العرب تسطع على الغرب: ترجمة فاروق بيضون وكمال دسوقى، بيروت ١٩٨١ ص ١٧٥ .

(١٥) راجع في هذا الصدد كتابنا: «مكانة الفلك والتنجيم فى تراثنا العلمى». الفصل السادس: التنجيم اليوم من ص ٣٤٢ - ٣٥٢»، من مطبوعات مركز جمعة الماجد ونشر دار القلم الإمارات العربية المتحدة/ دبى ١٩٩٧ .

(١٦) د. أحمد أبو زيد: نظرة البدائيين إلى الكون: مجلة عالم الفكر، المجلد الأول العدد الثالث ١٩٧٠ وزارة الإعلام / الكويت ص ٤٧ - ٤٨ .

(١٧) تاريخ العلم والتكنولوجيا ص ١٣ .

(١٨) نفس المرجع ص ١٣ .

(١٩) مجلة عالم الفكر ص ٥٤ .

(٢٠) نفس المرجع ص ٥٥ .

(٢١) تاريخ العلم والتكنولوجيا ص ١٦ .

(٢٢) يقول سبتينو موسكاتى : «وكانت حضارة أرض الرافدين وتاريخها نتاج شعب مركب يستحيل فى كثير من الأحيان التمييز فى وضوح بين العنصرين الأساسيين اللذين تتألف منها. «الحضارات السامية القديمة»: سبتينو موسكاتى: ترجمه د. السيد يعقوب بكر، دار الكاتب العربى، القاهرة ص ٦٦ .

(٢٣) راجع تعليقات جورج سارطون فى كتابه تاريخ العلم، ج ١ ص ٢١٥ .

(٢٤) بدائع السماء ص ٣٦ .
(٢٥) نفس المرجع ص ٣٦ .
(٢٦) ليس أكيداً أن يكون هذا البناء هو البناء الأصلي للزفورة الموجود حالياً في مدينة الناصريه (ذي قار) من الممكن أن أعيد بناؤه أكثر من مرة في الأجيال اللاحقة .
(٢٧) تاريخ العلم ج ١ ص ١٧٥ .
(٢٨) هاري ساكز : عظمة بابل : ترجمة وتعليق د . عامر سليمان - جامعة الموصل سنة ١٩٧٩ ص ٥١٦ .
(٢٩) يعادل كل جش أربع دقائق من دقائقنا .
(٣٠) تاريخ العلم ج ١ ص ١٦٩ .
(٣١) قصة الحضارة ج ٢ ص ٢٦
(٣٢) نفس المرجع ج ٢ ص ٢٥٠ .
(٣٣) تاريخ العلم ج ١ ص ١٧٤ .
(٣٤) قصة الحضارة ج ٢ ص ٢٥٠ .
(٣٥) سبتينو موسكاتي : الحضارات السامية القديمة : ترجمة د . السيد يعقوب بكر ، دار الكاتب العربي ، القاهرة ص ٧٩ .
(٣٦) مرجريت روثن : علوم البابليين : تعريب وإيضاحات د . يوسف حبي ، دار الرشيد للنشر ، وزارة الثقافة والإعلام ، بغداد ١٩٨٠ ص ١٠٣ .
(٣٧) قصة الحضارة ج ٢ ص ٢٥١ .
(٣٨) علوم البابليين ص ٩٨ .
(٣٩) تاريخ العلم ج ١ ص ١٧٧ .
(٤٠) قصة الحضارة ج ٢ ص ٢٥١ .
(٤١) علوم البابليين ص ١٠٩ .
(٤٢) تاريخ العلم ، ج١ ص ١٧٨ - ١٧٩ .
(٤٣) قصة الحضارة ج ٢ ص ١٢٠ .
(٤٤) تاريخ العلم والتكنولوجيا ص ٢٥ .
(٤٥) قصة الحضارة ج ٢ ص ١١٨ .
(٤٦) نفس المرجع ج ٢ ص ١٢١ .
(٤٧) يقول السير ولس بدج : «وفي الحق أن المصريين قد أسبغوا الشرف على عدد من الآلهة ، بل على عدد جد ضخم إلى حد أن قائمة أسمائها وحدها تملأ مجلداً كاملاً» السيرولس بدج : «الديانة الفرعونية» : ترجمة يوسف سامي اليوسف : دمشق سنة ١٩٨٦ ص ١١٩ .
(٤٨) د . مختار رسمي ناشد : فضل الحضارة المصرية على العلوم (المكتبة الثقافية) رقم ٢٩١ (الهيئة المصرية العامة للكتاب ١٩٧٣ ص ٣٤ .
(٤٩) راجع الأسطورة في كتاب : أساطير العالم القديم : تأليف جماعة من الباحثين ، الهيئة العامة المصرية للكتاب القاهرة ١٩٧٤ ص ١٥ وما بعدها .
(٥٠) تاريخ العلم ، ج ١ ص ٨٧ .
(٥١) قصة الحضارة ج ٢ ص ١٢٠ .
(٥٢) أساطير العالم القديم ص ١٩ .
(٥٣) بدائع السماء ، ص ٦٥ .
(٥٤) فضل الحضارة المصرية على العلوم ص ٣٧ .

(٥٥) رينيه نانون وآخرون، تاريخ العلوم العام، ترجمة د. على مقلد، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع، بيروت ١٩٨٨، ج ١ ص ٥٦.
(٥٦) هناك ساعة شمسية تحمل اسم الملك تحوتمس الثالث، صنعت منذ ثلاثة آلاف وأربعمائة سنة، توجد في متحف برلين، وقد رمم الأثرى بوخارت قائمها العلوى، جيمس هنرى برستد: انتصار الحضارة، ترجمة د. أحمد فخرى، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة ١٩٦٢ ص ١٣٥.
(٥٧) تاريخ العلم ج ١ ص ٩٠.
(٥٨) فضل الحضارة المصرية على العلوم ص ٣٢.
(٥٩) قصة الحضارة ج ٢ ص ١٢١.
(٦٠) فضل الحضارة المصرية على العلوم ص ٣٥.
(٦١) تاريخ العلوم العام ص ٥١.
(٦٢) نفس المرجع.
(٦٣) الأشهر المصرية القديمة هي: توت، بابه، هاتور، كيهك، طوبه، أمشير، برمهات، برموده، بشنس، بؤونه، ابيب، مسرى، فضل الحضارة المصرية على العلوم ص ٣٣ - ٣٤.
(٦٤) تاريخ العلم ج ١ ص ٨٨.
(٦٥) قصة الحضارة ج ٤ ص ١٣.
(٦٦) التنين (Dragon) مخلوق خرافي رهيب زعم أنه عظاءه أو أفعى ضخمة خفاشية الجناحين شائكة الذيل، نفاثة للنار. موسوعة المورد، منير البعلبكى، طبعة دار العلم للملايين، بيروت ج ٣ ص ٢١٩.
(٦٧) قصة الحضارة ج ٤ ص ٢٨.
(٦٨) فؤاد محمد شبل: حكمة الصين - دار المعارف بمصر - القاهرة ١٩٦٨ ج ١ ص ٥٧ - ٥٨.
(٦٩) أساطير العالم القديم ص ٣٤١.
(٧٠) للسماء فى الكتابات الصينية خمسة معان:
الأول: السماء بمدلولها المادى المتعارف عليه، أي ما يقابل الأرض فى قولنا: الأرض والسماء.
الثانى: لقب يتضمن السمو والرفعة كقول الصينيين (السماء الإمبراطورية) أو (الإمبراطور العلوي) وهنا يشبه الحاكم بالسماء دلالة على علو مقامه وتسامى شأنه.
الثالث: كلمة تحوى بين طياتها معنى القضاء والقدر، كقولك: «هكذا شاءت السماء».
الرابع: كلمة تعني (الوجود الطبيعي).
الخامس: كلمة تدل على مبدأ أخلاقي يرتفع فى سموه إلى عنان السماء، حكمة الصين ص ٣٢ - ٣٣.
(٧١) قصة الحضارة ج ٤ ص ٢٥٣.
(٧٢) ياقوت الحموى، معجم البلدان، دار صادر بيروت ١٩٧٩، ج ٣ ص ٤٤١.
(٧٣) د. مخلص عبد الحليم الريس وآخرون: تاريخ علم الفلك: دمشق ١٩٨٤ ص ٩٦.
(٧٤) نفس المرجع ص ١٠٢.
(٧٥) أوين جينكريتش: علم الفلك الإسلامى: مجلة العلوم الأمريكية الترجمة العربية، مؤسسة الكويت للتقدم العلمى، الكويت، المجلد الأول العدد الأول، تشرين الثانى ١٩٨٦ ص ١٧.
(٧٦) تاريخ علم الفلك ص ٩٧.
(٧٧) رؤوف وصفى، السوبر نوفا كارثة فلكية، مجلة العربى، العدد ٣٤٥ آب ١٩٨٧، وزارة الإعلام، الكويت ص ١٥٥.
(٧٨) بدائع السماء ص ٣١٦.
(٧٩) تاريخ علم الفلك ص ٩٨.

(٨٠) قصة الحضارة ج ٤ ص ١٧ .
(٨١) نفس المرجع ج ٤ ص ٢٥٣ .
(٨٢) تاريخ علم الفلك ص ٩٧ .
(٨٣) يذكر في هذا الصدد أن بعض أقمار المشترى شوهدت في مرصد مراغة في القرن السابع الهجرى، حيث ورد أن تتريا شاهد هناك احتجاب قمرين من أقمار المشترى بالعين المجردة. وقال لأحد السباح إنى رأيت ذلك النجم الكبير بلغ نجمًا صغيراً ثم بصقه. هذا ما ذكره مرجع ثانوى، وليس مصدراً أساسيًا وهو: دائرة المعارف للمعلم بطرس البستاني: دار المعرفة بيروت ج ٨ ص ٦٣٠ .
(٨٤) تاريخ علم الفلك ص ٩٤ - ٩٥ .
(٨٥) حكمة الصين ج ١ ص ٢٣ - ٢٤ .
(٨٦) بدائع السماء ص ٣١٦ .
(٨٧) قصة الحضارة ج ٤، ص ١٥ .
(٨٨) تاريخ علم الفلك ص ١٠٨ .
(٨٩) نفس المرجع ص ١٠٢ .
(٩٠) قصة الحضارة ج ٤ ص ٢٥١ .
(٩١) نفس المرجع ج ٤ ص ١٥ .
(٩٢) محمد إسماعيل الندوى: الهند حضاراتها ودياناتها، مؤسسة دار الشعب، مصر ١٩٧٠، ص ١٦١ .
(٩٣)قصة الحضارة ج ٣ ص٩ .
(٩٤) راجع في هذا الصدد كتاب أساطير العالم القديم ص ٢٤٨، وما بعدها .
(٩٥) قصة الحضارة ج ٣ ص ٢٢٢ .
(٩٦) نفس المرجع ج ٣ ص ٢٣٥ .
(٩٧) مجموعة من الباحثين: تاريخ العالم (الترجمة العربية) ترجمة إدارة الترجمة بوزارة المعارف العمومية مطبعة مصر المجلد ٣ ص ١١٨ .
(٩٨) قصة الحضارة ج ٣ ص ٢٣٦ .
(٩٩) تاريخ العلوم العام ج ١ ص ١٦٢ .
(١٠٠) نفس المرجع ج ١ ص ١٦٢ .
(١٠١) نفس المرجع ج ١ ص ١٦٢ - ١٦٣ .
(١٠٢) قصة الحضارة ج ٣ ص ٢٣٦ .
(١٠٣) تاريخ علم الفلك ص ٩٢ .
(١٠٤) ظهير الدين البيهقى: تاريخ حكماء الإسلام، نشر وتحقيق محمد كرد على دمشق ١٩٤٦ ص ٧٢ .
(١٠٥) ابو الريحان محمد البيرونى: فى تحقيق ما للهند من مقولة مقبولة في العقل أو مرذوله، الهند سنة ١٩٥٨ ص ١١٨ .
(١٠٦) صاعد الأندلسي: طبقات الأمم: مطبعة محمد محمد مطر بمصر، بدون تاريخ ص ١٣-١٤ .
(١٠٧) إدوارد براون، تاريخ الأدب في إيران ترجمة د. أحمد كمال الدين حلمي، مطبوعات جامعة الكويت ١٩٨٤ ج ١ ص ٣٩ .
(١٠٨) آرثر كريستينسن: إيران في عهد الساسانيين، ترجمة يحيى الخشاب، دار النهضة العربية، بيروت ١٩٨٢ ص ١٩ .
(١٠٩) تاريخ العالم، ج ٤ ص ٣٥٥ .

(١١٠) يقول آرثر كريستينسن في كتابه إيران في عهد الساسانيين: «وأما العلوم فقد كان اليونان والرومان أساتذة للإيرانيين» ص ٤٠٣ .
(١١١) قصة الحضارة ج ٢ ص ٤٢٧ .
(١١٢) نفس المرجع ج ٢ ص ٤٢٨ .
(١١٣) جرجي زيدان: تاريخ التمدن الإسلامي: مراجعة وتعليق د. حسين مؤنس دار الهلال بمصر، بدون تاريخ ج ٣ ص ١٤٨ .
(١١٤) قصة الحضارة ج ١٢ ص ٢٧٨ .
(١١٥) نفس المرجع ج ١٢ ص ٢٧٩.
(١١٦) طبقات الأمم ص ١٧-١٨ .
(١١٧) الفهرست لابن النديم ص ٣٤٢.
(١١٨) كارلو نالينو: علم الفلك تاريخه عند العرب في القرون الوسطى، طبع بمدينة روما ١٩١١ ص ٢١٠ - ٢١١.
(١١٩) عمر فروخ: تاريخ الفكر العربي الى أيام ابن خلدون، دار العلم للملايين بيروت ١٩٨٣ ص ٢١ .
(١٢٠) تاريخ العلم ج ١ ص ٢٠- ٢١ .
(١٢١) نفس المرجع ج ١ ص ٢١ .
(١٢٢) تاريخ العالم ج ٣ ص ٧٧ .
(١٢٣) برتراند راسل: تاريخ الفلسفة الغربية: ترجمة د. زكي نجيب محمود وأحمد أمين، نشر لجنة التأليف والترجمة والنشر القاهرة ١٩٦٧ ج ١ ص ٦١ .
(١٢٤) يوسف كرم: تاريخ الفلسفة اليونانية: دار القلم ببيروت ص ٩ .
(١٢٥) الدكتور علي سامي النشار، وأحمد محمود صبحي نشأة الفكر الفلسفي عند اليونان، نشر منشأة المعارف الإسكندرية - مصر سنة ١٩٦٤ ص ٢١ .
(١٢٦) تاريخ العلم ج ١ ص ٣٦٢ .
(١٢٧) تاريخ العلم والتكنولوجيا ص ٣٦ .
(١٢٨) تاريخ العلم ج ١ ص ٣٦١ .
(١٢٩) تاريخ الفلسفة اليونانية ص ١٢ .
(١٣٠) بدائع السماء ص ٧٢ .
(١٣١) تاريخ الفلسفة الغربية ج١ ص ٦٠ .
(١٣٢) تاريخ الفلسفة اليونانية ص ١٤ .
(١٣٣) د. علي سامي النشار وآخر: نشأة الفكر الفلسفي عند اليونان مصر ١٩٦٤ ص ٢٨ .
(١٣٤) بدائع السماء ص ٧٢ .
(١٣٥) تاريخ الفلسفة الغربية ج١ ص ٦٠ .
(١٣٦) تاريخ العلم ج ١ ص ٣٦٧ .
(١٣٧) نفس المرجع ج ١ ص ٣٦٩ .
(١٣٨) نفس المرجع ج ١ ص ٣٧٥ .
(١٣٩) نفس المرجع ج ١ ص ٣٧٤ .
(١٤٠) تاريخ الفكر العربي ص ٦٣ .
(١٤١) تاريخ العلم ج ١ ص ٣٧٥ .
(١٤٢) نفس المرجع ج ١ ص ٣٧٦ .

(١٤٣)نفس المرجع ج ١ ص ٣٧٥ - ٣٧٦ .
(١٤٤) تاريخ الفلسفة الغربية ج ١ ص ٧٤ .
(١٤٥) د. جعفر آل ياسين : الإنسان وموقفه من الكون فى العصر اليونانى الأول : مجلة عالم الفكر : المجلد الأول : العدد الثالث ١٩٧٠ الكويت ص ٨٣ .
(١٤٦) الأفلاك التسعة المعروفة هي : فلك النجوم وفلك زحل والمشترى والمريخ والشمس والزهرة وعطارد والقمر والأرض، ويضاف إليها الأرض المقابلة ليكمل الرقم فيكون عشرة .
(١٤٧) تاريخ الفلسفة اليونانية ص ٢٥ .
(١٤٨) أبو الفتح محمد الشهرستانى : الملل والنحل : تحقيق محمد سيد كلانى دار المعرفة بيروت ١٩٨٢ج ٢ ص ٧٤ .
(١٤٩) تاريخ العلم ج ١ ص ٤٣٣ .
(١٥٠) قصة الحضارة ج ٦ ص ٢٩٨ .
(١٥١) تاريخ العلم ج ٢ ص ١٢١ .
(١٥٢) تاريخ العلوم العام ج ١ ص ٢٢٠ .
(١٥٣) تاريخ العلم ج ٢ ص ٤٣ .
(١٥٤) نفس المرجع ج ٢ ص ١٢٣ .
(١٥٥) نفس المرجع ج ٢ ص ١٢٤ .
(١٥٦) نفس المرجع ج ٢ ص ١٢٤ .
(١٥٧)تاريخ الفلسفة اليونانية ص ٣٥ .
(١٥٨) عالم الفكر ص ٨٧ .
(١٥٩) نفس المرجع ص ٨٩ .
(١٦٠) تاريخ العلم ج ٢ ص ٥١ .
(١٦١) تاريخ الفلسفة اليونانية ص ٣٨ .
(١٦٢) تاريخ العلم ج ٢ ص ١٢٥ - ١٢٦ .
(١٦٣) نفس المرجع ج ٢ ص ١٢٨ .
(١٦٤) نفس المرجع ج ٢ ص ١٣٠ .
(١٦٥) تاريخ العالم ج ٣ ص ٩١ .
(١٦٦) نفس المرجع ج ٣ ص ٩٠ .
(١٦٧) تاريخ العلم والتكنولوجيا ص ٤٢ .
(١٦٨) تاريخ العلم ج ٣ ص ١١١ .
(١٦٩) نفس المرجع ج ٣ ص ١١٢ .
(١٧٠) نفس المرجع ج ٣ ص ١١٢ .
(١٧١) The Encyclopedia Americana. U. S . A 1979 Volume 10. P. 652
(١٧٢) تاريخ العلم ج ٣ ص ١٠٧ .
(١٧٣) نفس المرجع ج ٣ ص ١٠٩ .
(١٧٤) قطر الشمس ٨٦٥٤٠٠ ميل تقريبًا، وقطر القمر ٢١٦٠ ميلا .
(١٧٥) تاريخ العالم ج ٣ ص ٨٩ .
(١٧٦) نحن المسلمين نخالف هذا الرأى، فالعالم حادث خلقه الله تعالى من العدم، كما فى القرآن الكريم والسنة الشريفة .

(١٧٧) تاريخ الفلسفة الغربية ج ١ ص ٢٣٥ .
(١٧٨) نفس المرجع ج ١ ص ٣٢٩ - ٣٣٠ .
(١٧٩) تاريخ الفلسفة اليونانية ص ١٤٨ وما بعدها .
(١٨٠) نفس المرجع ص ١٥٠ .
(١٨١) تاريخ العلم ج ٣ ص ٢١٦ .
(١٨٢) نفس المرجع ج ٣ ص ٢١٦ .
(١٨٣) تاريخ العالم ج ٣ ص ٩٣ .
(١٨٤) نفس المرجع ج ٣ ص ٩٣ .
(١٨٥) تاريخ العلم ج ٣ ص ٢١١ .
(١٨٦) نفس المرجع ج ٣ ص ٢٢٠ .
(١٨٧) نفس المرجع ج ٣ ص ٢١١ .
(١٨٨) نفس المرجع ج ٣ ص ٢١٢ .
(١٨٩) نفس المرجع ج ٣ ص ٢١٢ .
(١٩٠) قصة الحضارة ج ٨ ص ١٤٩ .
(١٩١) تاريخ العالم ج٤ ص ٤١ .
(١٩٢) تاريخ العلم ج ص ١١٧ .
(١٩٣) ذكرهما كتاب الفهرست لابن النديم، بعنوان (كتاب جرم الشمس والقمر) . وقد حررهما الطوسى بعنوان : (فى جرمى النيرين وبعدهما) طبعت ضمن رسائل الطوسى .
(١٩٤) تاريخ العلم ج ٤ ص ١١٥ .
(١٩٥) نفس المرجع ج ٤ ص ١١٥ .
(١٩٦) نفس المرجع ج ٤ ص ١١٦ .
(١٩٧) تاريخ العالم ج ٤ ص ٤٠ - ٤١ .
(١٩٨) قصة الحضارة ج ٨ ص ١٥٠ .
(١٩٩) تاريخ العالم ج ٤ ص ٤١ .
(٢٠٠) تاريخ العلم ج ٤ ص ١١٣ .
(٢٠١) نفس المرجع ج ٤ ص١١٤ .
(٢٠٢) نفس المرجع ج ٤ ص ١١٧ .
(٢٠٣) The Encyclopedia Americana, Volume 14.P. 216
(٢٠٤) تاريخ العلم ج ٥ ص ١٣٠ .
(٢٠٥) قصة الحضارة ج ٨ ص ١٥١ .
(٢٠٦) تاريخ العالم ، ج ٤ ص ٦٠-٦١ .
(٢٠٧) قصة الحضارة ج ٨ ص١٥٢ .
(٢٠٨) تاريخ العلم ج ٥ ص ١٥٦ .
(٢٠٩) نفس المرجع ج ٥ ص ١٥١ .
(٢١٠) جمال الدين القفطى ، أخبار العلماء باخبار الحكماء ، تصحيح محمد أمين الخانجى مطبعة السعاد ، مصر ١٣٢٦ هجرية ص ٦٨ .
(٢١١) زكريا القزوينى آثار العباد وأخبار البلاد : بيروت ١٩٨٤ ص ٥٧٢ .
(٢١٢) تاريخ العالم ، ج ٤ ص ٦١ .

(٢١٣) أخبار العلماء بأخبار الحكماء ص ٦٨ - ٦٩ .
(٢١٤) الفهرست لابن النديم ص ٣٧٤ .
(٢١٥) علم الفلك تاريخه عند العرب نالينو ص ٢٢١ وما بعدها .
(٢١٦) كلين دانيال : موسوعة علم الآثار ترجمة ليون يوسف . سلسلة المأمون ، بغداد ١٩٩٠ ج ١ ص ٧٣ .
(٢١٧) تاريخ العلوم العام ، ج ١ ص ٤٢٥ .
(٢١٨) موسوعة علم الآثار ج ١ ص ٧٤ .
(٢١٩) تاريخ العلوم العام ج ص ٤٢٥ .
(٢٢٠) نفس المرجع ج ١ ص ٤٢٥ .
(٢٢١) نفس المرجع ج ١ ص ٤٢٥ - ٤٢٦ .
(٢٢٢) نفس المرجع ج ١ ص ٤٢٧ .
(٢٢٣) نفس المرجع ج ١ ص ٤٢٦ .
(٢٢٤) نفس المرجع ج ١ ص ٤٢٦ .
(٢٢٥) نفس المرجع ج ١ ص ٤٢٦ .
(٤٢٦) جيسو جارسيا رويز : أسرار اختفاء المايا (الترجمة العربية) مجلة الثقافة العالمية : المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب : الكويت العدد ٦٩ ، السنة ١٢ مارس ١٩٩٥ ص ٥١ .
(٢٢٧) نفس المرجع ص ٥١ .
(٢٢٨) موسوعة علم الآثار ج ٢ ص ٤٤٣ .
(٢٢٩) نفس المرجع ج ٢ ص ٤٤٣ .
(٢٣٠) اقرأ موضوع : «أسرار اختفاء المايا» لجيسو رويز المذكور أعلاه من ص ٤٦ - ٥٧ .
(٢٣١) مجلة الثقافة العالمية ص ٥٧ .



الباب الثانى
الفلك فى الحضارة العربية الإسلامية

الفصل الأول
الفلك العربى الإسلامى (الوجهة الصحيحة)

يطيب لى جداً أن أتحدث عن الفلك العربى الإسلامى، ففى أثناء قراءتى وتتبعى لمصادره القديمة وامتداداتها اللاحقة، وجدت نفسى أمام فلك مثير، جذاب، فلك عالمى لا محلى.

يشدك شداً بما امتلك من قوة وإبداع، لكن المشكلة في هذا الفلك، صعوبة فهمه من مصادره مباشرة، ولأجل تسهيل مواده وتقريبها إلى القلب والعقل، لا بد من استنزاله من عليائه، من مصادره البعيدة، من كتب البتانى والصوفى والبوزجانى والبيرونى والطوسى وأمثالهم، وصياغة مواده صياغة عصرية أو قريبة من لغة العصر. وهذا ما أحاوله الآن.

والفلك العربى الإسلامى فلك إبداعى، على الرغم من اعتماده على الفلك القديم، على الرغم من اعتماده بشكل مباشر على الفلك اليونانى والهندى والفارسى، والعلوم ككل، ومنها علم الفلك، ميراث حضارى عام تتسلمه الأجيال جيلاً بعد آخر، ولا يمكن لجيل أن يستغنى عن نتاجات الأجيال السابقة له، ولو تعصب جيل وحاول الاستغناء عن الإبداعات السابقة، لكان عليه أن يبدأ من حيث بدأت الأجيال السابقة.

والحقيقة أن العلم لا يملكه أحد، إنما هو ملك الإنسانية كلها، يقدمه السابقون إلى اللاحقين، ولولا هذه الصورة لتوقف سير العلم، وهكذا سلم البابليون والمصريون والصينيون وغيرهم من الأمم القديمة سلموا علومهم وإبداعاتهم إلى اليونانيين والهنود والفرس، وتسلمت حضارتنا العربية الإسلامية مخلفات الحضارات السالفة، ومن ثم أخذ الغربيون مما أبدع العرب والمسلمون، فكان ما أخذوه أساساً متيناً من أسس حضارتهم فى العصر الراهن، وهذا البناء الحضارى العلمى الغربى المتطور جاء من خلال التماس المباشر مع حضارتنا العريقة، والشواهد أكثر من أن تحصى فالكتب العلمية العربية

الإسلامية التراثية، دُرست وتُرجمت إلى اللغات الأوروبية واستخلصت منها لبنات متينة بنى الغربيون حضارتهم فوقها.

ومن بين العلوم العربية الإسلامية التى اهتم بها الغربيون علم الفلك، فقد سُرقت ونهبت مخطوطات فلكية نادرة، للفرغانى والبيرونى والطوسى وابن الشاطر وغيرهم، تجد أصولها فى مكتبات أوروبا ومتاحفها، ترجموها وفصلوها، وكانت تلك الترجمات أحد أهم الأسباب التى أدت إلى ثورة كوبرنيكوس الفلكية فى القرن السادس عشر، حيث بوأ هذا الفلكى الشهير الشمس، من جديد، فى مركز العالم بدلاً من الأرض التى احتلت هذا المركز فترة طويلة من الزمن، ويمكن أن نضرب مثلاً على الاقتباس والاعتماد على علمائنا ما نقل جنكريتش، فقد أورد أن كوبرنيكوس استشهد حوالى ٢٣ مرة بأقوال البتانى[1].

قلنا إن الفلك العربى الإسلامى فلك إبداعى على الرغم من اعتماده على إنجازات الحضارات الفلكية السابقة، ونقصد بالإبداعى هنا، هو اتجاهه الوجهة الصحيحية، والطريقة العلمية التى قادته إلى نتائج مبدعة ورائعة، لم تتوافر للحضارات السابقة، نتائج أدهشت العالم على الرغم من محدودية الأجهزة العلمية والتكنولوجية المتوافرة فى ذلك الوقت.

فالفلك البابلى وعلى الرغم من شهرته الواسعة، كان مجموعة من الأرصاد والملاحظات والحقائق التى يعوزها الرابط، كانت أرصاداً وملاحظات متفرقة مفككة لم يستطع أصحابها ردها إلى حقائق أشمل، وصياغتها فى قوانين عامة شاملة تصدت فى كل مكان وزمان. والفلك اليونانى، كان علمًا نظريًا عقليًا بعيدًا عن التجربة والملاحظات العملية، عنى أكثر ما عنى، بالشكل والنظام والقانون وانسجام الفكر. فخضع لقواعد المنطق والهندسة والجمال أكثر منه للواقع وجاء الفلك العربي الإسلامى فجمع بين الاثنين، جمع بين الطريقة الاستقرائية وجمع الأرصاد وبين الاستنتاج العقلى وصياغة القوانين والقواعد العامة فعمل أرصاداً وسجل ملاحظات على نطاق واسع، واستخدم العقل على نطاق واسع أيضًا، وربط بين الاثنين، فامتلك منهجًا علميًا رائعًا، أفرز إنجازات فلكية رائعة أذهلت العالم.

لكن المشكلة أن الاعتراف بهذا السبق ضاع فى ظل التعصب الغربى، فترة طويلة من الزمن، فتجاهل كثير من الباحثين الغربيين هذا الفلك العريق، وأشاحوا بوجوههم عنه،

وربطوا الفلك الحديث بالفلك اليونانى مباشرة، وكأن فلكنا العربى الإسلامى نقطة باهتة فى التاريخ العلمى الطويل، لكن فلكنا بما امتلك من قوة ونور ساطع فرض على العيون وجوده فدخل القلوب والعقول، واعترف بقوته وعظمته عدد من الباحثين فى القرنين الأخيرين، ووجدنامن بينهم من يشيد به ويصنفه على القمة.

والفلك العربى الإسلامى، فلك عالمى لا إقليمى، لم يعش فى مكان واحد، وفى حدود ضيقة، نشأ وترعرع فى بغداد ورعاه الخلفاء والأمراء، وسقاه العلماء من كل مكان، ومن ثم انتقل إلى حواضر العالم الإسلامى كافة، فوصل الأندلس وتجاوز ذلك فعبرها حتي وصل الصين، يذكر غوستاف لوبون أن كوبلاى خان أخا هولاكو نقل إلى الصين كتب علماء بغداد والقاهرة فى علم الفلك، واليوم نعلم أن فلكيي الصين ولا سيما كوشوكنغ (١٢٨٠ ميلادية) استنبطوا معارفهم الفلكية الأساسية من تلك الكتب، ولذا نقول إن العرب هم الذين نشروا علم الفلك فى العالم كله بالحقيقة[٢].

وبنيت المراصد فى كل مكان من حواضر العالم الإسلامى، فى الشام ومصر والعراق وإيران وسمرقند وغيرها.

والفلك العربى الإسلامى كان المهد الأول لثورة كوبرنيكوس على الفلك القديم فى القرن السادس عشر الميلادى، فبفضل شكوك ابن الهيثم على بطليموس ونظرياته، وملاحظات البتانى، وتسجيلات الصوفى، وانتقادات عدد كبير من مفكرينا وفلكيينا فى الأندلس لنظريات بطليموس، واقتراحاتهم أفكاراً فلكية جديدة، كأفكار البطروجى وجابر بن الأفلح، وابن رشد، ومن ثم الهيئات (النماذج) الجديدة التى اقترحها نصير الدين الطوسى وجماعته فى مراغه، وأخيراً أفكار ابن الشاطر الدمشقى التى مهدت بشكل مباشر للثورة على الفلك القديم، بفضل كل هؤلاء، بدأ عصر الفلك الحديث.

لقد كان الفلك العربى الإسلامى فلكًا شاملاً لم يبق مجرد علم جانبى منعزل عن بقية العلوم، فأخذ من هذا وذاك مما كان سائداً في العصر، وتفرع إلى فروع ساعدته كثيراً على أداء وظيفته العلمية على أكمل وجه، ومن فروعه المهمة (علم الأزياج) (الأزياج جداول فلكية)، حيث قدم عدداً كبيراً من الجداول الفلكية، نتيجة للأرصاد المتراكمة التى قام بها الفلكيون العرب والمسلمون.

الفصل الثانى

الفلك قبل الإسلام (معلومات متواضعة)

نقطة البداية فى الاهتمام بالفلك فى عصر ما قبل الإسلام هى الاستعانة بالنجوم أدلة ثانية تعين العربى على الوصول إلى الماء والكلأ، ومن ثم ربط العرب فى ذلك العصر بين ظهور النجوم واختفائها وسقوط الأمطار وهبوب الرياح ووقوع البرد والحر فظنوا أن النجوم هى السبب فى حدوث تلك الظواهر الجوية، وعُرف هذا النوع من الربط بالنوء.

والاستعانة بالنجوم فى تنقل العربى داخل الجزيرة العربية أمر ضرورى لا يستغنى عنه. فالجزيرة العربية بادية قليلة المعالم، ليس فيها علامات ودلالات شاخصة تدل العربى على طريقه فى تنقلاته وراء الكلأ والزرع، لذلك اتخذ النجوم علامات ونقاطًا ثابتة لتساعده على الوصول إلى مآربه وما تتطلبه حياته، وهذا ما أدى به أن يتابع مواقع النجوم والكواكب السيارة، ويرصد مسيرتها فى أبراجها فى الفصول المختلفة.

وما تجمع لدى العربى من معلومات متواضعة حول السماء وما يجرى فيها، لم يتعد المعارف الفلكية العامة التى يحتاجها ابن البادية فى حاجاته وأغراضه اليومية والشهرية والسنوية، ولم تصل هذه المعلومات بأى حال من الأحوال إلى أن تكون علمًا قائمًا على أدلة وبراهين، كما فى الحضارة اليونانية أو الحضارة العربية الإسلامية فيما بعد، يقول صاعد الأندلسى: وكان للعرب مع هذا معرفة بأوقات مطالع النجوم ومغاربها وعلم بأنواء الكواكب وأمطارها على حسب ما أدركوه بفرط العناية وطول التجربة لاحتياجهم إلى معرفة ذلك فى أسباب المعيشة لاعلى طريق تعلم الحقائق ولا على سبيل التدرب فى العلوم(٣).

وهذا لا يعنى أن تلك المعارف والمفردات كانت قليلة، لقد عرف العرب مفردات فلكية جمة بقيت آثارها إلى العهود اللاحقة، ومازال كثير من الأسماء الفلكية المستخدمة فى ذلك العصر، موجوداً فى الفلك الحديث، أمثال (سهيل والنسر الواقع والنسر الطائر والنياط والدبران وغيرها)(٤).

وقد طُبعت المعارف الفلكية عند الجاهليين بطابع خاص، استمدوا مقوماتها من البيئة التى عاشوها، فكان لهم مذهبهم الخاص فى علم النجوم، وهو مذهب يختلف عما كان

فى الحضارات الأخرى فى بعض الجوانب، فقد أورد أبو الريحان البيرونى أن العرب قسموا منازل القمر ثمانية وعشرين قسمًا وأصاب كل منزلة اثنتا عشرة درجة وخمسة أسداس بالتقريب، ووقع فى كل برج منزلتان وثلث، في حين قسمت الهند منازل القمر إلى سبعة وعشرين منزلاً، وأراد العرب بهذا التقسيم غير ما أراد الهنود، وإذ كان مقصودهم معرفة أحوال الهواء وحوادث الجو فى فصول السنة(٥).

أما المعلومات الفلكية التى كانت لديهم، فيمكن تلخيصها بالنقاط التالية:

- عرفوا السماء وعرفوا عددًا كبيرًا من أجرامها، فتابعوها بعيونهم القوية، وعرفوا النجوم (الكواكب الثابتة)، وفرقوا بين النجوم الساطعة الواضحة والأخرى الخافتة الخفية، وميزوا منها كواكب سيارة تجرى بينها، وهى السيارات الخمسة عطارد والزهرة والمريخ والمشترى وزحل، عرفوها واحدًا واحدًا.

- وكان للقمر عند العرب قبل الإسلام منزلة خاصة، لم تنلها بقية الأجرام السماوية، لقد لفت هذا الجرم الجميل أنظار العرب، فوجهه فى تغير دورى منتظم، من الزيادة والنقصان، ومكانه فى تغير على الدوام، يغير مواقعه بين النجوم (الثابتة) ثم يرجع إلى مكانه الأول، قاطعًا دائرة كاملة قسمها العرب إلى ٢٨ قسمًا كما ذكرنا. ينزل القمر فى كل قسم منها يومًا كاملاً أطلقوا على هذه الأقسام منازل القمر تشبيهًا بالمسافر عندما يجن عليه الليل فيهرع إلى منزله للمبيت إلى الصباح.

ومنازل القمر الثمانية والعشرون هى:

١ - الشرطان ٢ - البطين ٣ - الثريا ٤ - الدبران ٥ - الهقعة ٦ - الهنعة ٧ - الذراع ٨ - النثرة ٩ - الطرف ١٠ - الجبهة ١١ - الزبرة ١٢ - الصرفة ١٣ - العواء ١٤ - السماك ١٥ - الغفر ١٦ - الزبانى ١٧ - الإكليل ١٨ - القلب ١٩ - السولة ٢٠ - النعائم ٢١ - البلدة ٢٢ - سعد الذابح ٢٣ - سعد بلع ٢٤ - سعد السعود ٢٥ - سعد الأخبية ٢٦ - الفرغ الأول ٢٧ - الفرغ الثانى ٢٨ - بطن الحوت(٦).

ومنازل القمر وردت فى القرآن الكريم صريحة واضحة (دون ذكر أسمائها واحدًا واحدًا) قال تعالى: ﴿والقمر قدرناه منازل حتى عاد كالعرجون القديم﴾(٧).

- أما الشمس فتأتى بعد القمر فى الأهمية، وقد عرّف العرب فى ذلك العصر كسوفها وحددوا أبراجها، وعددها اثنا عشر برجًا هى:

١ - الحمل ٢ - الثور ٣ - الجوزاء ٤ - السرطان ٥ - الأسد ٦ - السنبلة ٧ - الميزان ٨ - العقرب ٩ - القوس ١٠ - الجدى ١١ - الدلو ١٢ - الحوت.

والأبراج هي المواقع التى تمر بها الشمس أثناء دورتها الكاملة حول الأرض (كما كانوا يعتقدون) فتبقى فى كل برج شهراً كاملاً وتكتمل دورتها فى سنة كاملة.

وقد وردت لفظة البروج فى القرآن الكريم ثلاث مرات منها: ﴿والسماء ذات البروج﴾[٨]، وجاء فى خطبة قس بن ساعدة الأيادى (وهو من أشهر خطباء العرب فى العصر الجاهلى) (وليل داج وسماء ذات أبراج)[٩].

وقد شكك المستشرق الإيطالى نالينو فى معرفة العرب فى عصر ما قبل الإسلام للأبراج وأورد عدداً من الحجج لشكه[١٠].

واستدل العرب بالشمس على الوقت فكانوا يثبتون الوقت بموقع ظل الشمس ويستعين أهل البادية بالظل ظل إنسان أو عصا أو خيمة ويدركون من هذا الظل مقدار الوقت بصورة تقريبية[١١].

- وعرف العرب عدداً آخر من الأجرام السماوية والظواهر الكونية المتنوعة، عرفوا الشهب والنيازك ولهم رأى في انقضاضها وسقوطها وأثرها فى الحوادث الواقعة. وعرفوا أيضًا السنة ولكن بحساب القمر، ولم يعرفوا السنة الشمسية.

وفيما يتعلق بالتنجيم، العرب كسواهم من الأمم آمنوا بالتنجيم واستخدموه فى حياتهم وربطوا بين الظواهر السماوية والحوادث الأرضية، فقد جمعوا أو مزجوا بين المعارف الفلكية الخالصة والتنجيم والخرافات، فقد وصفوا النجوم بالسعود والنحوس فأورد الجاحظ وصف أعرابى لبعض أهل الحاضرة نجوم الأنواء ونجوم الاهتداء ونجوم ساعات الليل والسعود والنحوس»[١٢].

ومن اعتقاداتهم الخرافية إيمانهم بالنوء، والنوء سقوط النجم منها فى المغرب مع الفجر وطلوع آخر يقابله من ساعته فى المشرق[١٣] فقد اعتقدوا أن لكل نوء أثراً فى هذا الكون، فإذا وقع حادث معين نسبوه إلى نوئه، فإذا أمطرت السماء نسبوا المطر إلى أثر النجم الطالع فى ذلك الوقت، وكذلك نسبوا الرياح والبرد والحر إلى آثار النجوم، واعتقدوا أيضًا أن للكسوف والخسوف آثاراً فى مصائر البشر وهكذا، وجاء الإسلام فحرم الأنواء والتنجيم وكل الخرافات.

الفصل الثالث

الفلك فى صدر الإسلام والدولة الأموية (التوقف المؤقت)

لا نستطيع أن نسجل أفكاراً فلكية جديدة فى عصر صدر الإسلام ولا فى عصر الدولة الأموية.

كلا العصرين شهدا جموداً علمياً عاماً، وجموداً فلكياً واضحاً، والأحرى أن نقول إن الفلك فى عصر صدر الإسلام وعصر الدولة الأموية، كان امتداداً لم تمسسه يد التطور والتغيير.

وإذا أخذنا بنظر الاعتبار انشغال الناس بالدعوة الإسلامية وتثبيت أركان الدين الجديد، وانتقالهم إلى المدن فيمكن القول إن الفلك توقف في بدء الدعوة، ولم يبدأ بنشاطه إلا بعد أن تثبتت أركان الدعوة، ومن ثم تطور وتطور، وحقق أعظم تقدماً فى عصر الدولة العباسية.

أما السبب فى توقف الفلك فى بدء الدعوة وقلة الاهتمام به فى عصر الدولة الأموية فيعزى إلى الاهتمام الكامل بالقرآن الكريم والعلوم الشرعية والاهتمامات الثقافية التى دارت حوله، كالاهتمام بالبلاغة والنحو واللغة والأخبار التاريخية وجمع الأحاديث النبوية. إضافة إلى الاهتمامات الباقية من عصر ما قبل الإسلام، كالشعر والخطابة، حيث اشتدت الحاجة إليهما لتوظيفهما باتجاه الدعوة الإسلامية الجديدة.

أما العلوم الأخرى كالكيمياء والهندسة والفلك وما شاكلها مما سميت في حضارتنا العربية الإسلامية بالعلوم العقلية أو العلوم الدنيوية، أو علوم الأعاجم (لشيوعها خارج حدود الدولة الإسلامية). هذه العلوم لم تلق الاهتمام، حاشا صناعة الطب لحاجة الناس طراً إليه.

وقد ذكر صاعد الأندلسى هذا المعنى بقوله «وكانت العرب فى صدر الإسلام لا تعنى بشيء من العلم إلا بلغتها ومعرفة أحكام شريعتها، حاشا صناعة الطب، فإنها كانت موجودة عند أفراد من العرب غير منكرة عند جماهيرهم لحاجة الناس طراً إليها»[١٤].

وحين استقرت الدعوة الإسلامية اتجه تفكير الرسول الكريم ﷺ وخلفائه إلى التوجه نحو الجهاد، وكسب أكبر عدد ممكن من الأمم إلى صفوف الإسلام، لذلك لم تتوافر الفرصة الكافية للتوجه نحو العلوم العقلية، ولم تتوافر هذه الفرصة إلا بعد أن استقرت

الدولة الإسلامية وتثبتت أركانها، وهذا ما حصل في العصر العباسي الذى سنتحدث عنه فى فصل لاحق.

ولم يختلف الحال فى عصر الدولة الأموية، لأن هذه الدولة عاشت امتدادات المشاكل التى جابهت الدعوة الجديدة، وامتدادات اهتمام الناس بالعلوم القرآنية والشرعية.

أما النقطة الجديدة التى ذكرها المؤرخون حول اتجاه العلم فى العصر الأموى، فهى اهتمام أحد أمراء الأمويين من نسل أبى سفيان، اسمه خالد بن يزيد بن معاوية بن أبى سفيان، اهتمامه ببعض العلوم العقلية، كالطب والفلك والكيمياء، إضافة إلى ما تحلى به من شعر وأدب وبلاغة. ويذكر ابن النديم فى فهرسته: «الذى عني بإخراج كتب القدماء فى الصنعة خالد بن يزيد بن معاوية وكان خطيبًا شاعرًا فصيحًا حازمًا، ذا رأى وهو أول من تُرجم له كتب فى الطب والنجوم وكتب الكيمياء، وكان جوادًا يقال إنه قيل له لقد فعلت أكثر شغلك فى طلب الصنعة (الصنعة تعنى الكيمياء)، فقال خالد ما أطلب بذلك إلا أن أغنى أصحابى وإخوانى: إنى طمحت فى الخلافة فاخترت دونى، فلم أجد منها عوضًا إلا أن ابلغ آخر هذه الصناعة فلا أحوج أحدًا عرفنى يومًا أو عرفته إلى أن يقف بباب سلطان رغبة أو رهبة»[١٥].

ويبدو أن هذا الأمير الأموى كان محبًا للفلك أو التنجيم، فقد أورد جمال الدين القفطى أن أحد وزراء مصر وجد سنة ٤٣٥هجرية فى خزانة الكتب فى القاهرة كرة سماوية نحاسية من عمل بطليموس كتب عليها «حملت هذه الكرة من الأمير خالد بن يزيد بن معاوية»[١٦].

وحين لم يكن الجو العلمى سائدًا فى أيامه للأسباب العديدة التى مرت بنا، فلا بد أن نتوقع طغيان التنجيم على الفلك في تلك الأيام.

وفى أواخر الدولة الأموية ورد أن كتابًا فى علم أحكام النجوم (التنجيم) ترجم إلى اللغة العربية، واحتمل المستشرق نالينو أن يكون أول كتاب ترجم فى أحكام النجوم يقول: إن أول كتاب ترجم فى أحكام النجوم كان كتاب عرض مفاتيح النجوم المنسوب إلى هرمس الحكيم الموضوع على تحاويل سنى العالم وما فيها من الأحكام النجومية وهرمس هذا حكيم مصرى لا وجود له، وفى إيطاليا نسخة من الكتاب جاء فيها إنها ترجمت قبل انقراض الدولة الأموية بسبع سنين[١٧].

وهكذا لم نجد فى عصرى صدر الإسلام والدولة الأموية أمورًا فلكية جديدة، وكان علينا انتظار العصر العباسى.

الفصل الرابع

فى العصر العباسى (البداية والنشوء)

ومن العصر العباسى الإسلامى تنطلق البداية، تنطلق الخطوات الأولى لعلم الفلك العربى الإسلامى، ليأخذ مكانة مرموقة بين علوم ذلك العصر، فنشأ وترعرع وجرى وتقدم وأخذ طريقه إلى العالمية، فكان فلكًا عالميًا فريدًا من نوعه.

وهذه نتيجة منطقية للظروف الجديدة، الظروف التى اختلفت تمامًا عن ظروف العصر الإسلامى الأول وعصر الدولة الأموية.

فبعد أن كان الناس فى العصرين السابقين مشغولين بشؤون الدعوة الجديدة وتثبت أركانها ومحاربة أعدائها، بعد أن كان همهم الثقافى الوحيد دراسة القرآن وعلومه، والحديث وشؤونه وما يتعلق بهذين المصدرين من أمور، جاء العصر العباسى حاملاً معه شؤونًا جديدة وهمومًا ثقافية أخرى لم تكن معروفة فى العصرين السابقين.

جاء هذا الجديد نتيجة للظروف الجديدة والأجواء المستقرة نسبيًا قياسًا إلى الأجواء السابقة، فكانت مرحلة متطورة تختلف فى كثير من الوجوه عن المرحلتين السابقتين المارتى الذكر.

والظروف المستجدة هى أن الخلافة انتقلت إلى بلد جديد انتقلت إلى العراق (بغداد) البلد الذى احتضن ثقافات العالم القديم، الثقافة الكلدانية، والثقافة الفارسية إضافة إلى ما كان فيه من فقه وفلسفة وعلوم أخرى.

هذه الظروف وعوامل أخرى أفرزت خلفاء أكثر اهتمامًا بالعلوم من سابقيهم، خلفاء اتجهوا نحو الثقافة والعلم على ما بينهم من تفاوت.

وقد ارتبطت بداية علم الفلك فى حضارتنا العربية الإسلامية بهذا الوضع الجديد، وهى بداية كبدايات العلوم الأخرى التى امتزج أغلبها بمواد وأمور خرافية غير علمية. فقد كان للتنجيم (وهو مادة غير علمية كما عرفنا) دور فى دفع علم الفلك إلى الظهور، فنشأ الفلك ممزوجًا مع التنجيم، ومن ثم أخذ هذا الأخير يتضاءل ويضعف شيئًا فشيئًا ليقوى علم الفلك، حتى طغى هذا العلم آخر الأمر، فصار علمًا رياضيًا استقرائيًا رصديًا، وخاصة زمن المأمون العباسى وما بعده.

وكان الخليفة المنصور العباسي شديد الشغف بالتنجيم، فجمع في بلاطه عدداً من المنجمين ليستشيرهم في شؤونه وأمور مملكته، ومنهم نوبخت الفارسي (المنجم المعروف) وكان هذا يصحب المنصور في سفراته وزياراته، ولما كبر نوبخت كلفه الخليفة أن يعد ابنه لخدمته في هذا المجال وكان ذلك [١٨] . ومنهم أيضًا إبراهيم بن محمد الفزارى وعمر بن الفرخان وآخرون غيرهم، وكلهم كانوا منجمين لا علماء فلك، والمنجمون في ذلك العهد، كانوا فئة من موظفي الدولة، كما كان الأطباء والكُتاب والحُساب ولهم الرواتب والأرزاق، وكان الخلفاء يستشيرونهم في كثير من أحوالهم الإدارية والسياسية، فإذا خطر لهم عمل وخافوا عاقبته استشاروا المنجمين، فينظرون في حال الفلك واقترانات الكواكب ثم يشيرون بموافقة ذلك العمل أو عدمها، وكانوا يعالجون الأمراض على مقتضى حال الفلك وكانوا يوافقونها ويعملون بأحكامها قبل الشروع في أي عمل حتى الطعام والزيارة[١٩] .

وعلى هذا كان الخلفاء الأول بشكل خاص أسرى أفكار المنجمين واقتراحاتهم. ولقد كان للاستقرار الحضاري آثار مهمة في تطور هذا الاتجاه ومن ثم التحول باتجاه علم الفلك الصحيح القائم على الأرصاد والملاحظات العلمية.

وفي عصر المنصور العباسي ازداد الاهتمام بالترجمة، وتحول من الجهود الشخصية الفردية إلى الترجمات الرسمية الخاضعة لإدارة الدولة، فترجمت الكتب اليونانية والهندية ومن المحتمل الفارسية إلا أن هذه الأخيرة لم تصلنا.

فترجم من اليونان كتاب تنجيمي شهير اسمه (المقالات الأربع) لبطليموس القلوذي، وقد دار حوله فلكيون كبار نقلاً وتفسيراً وإصلاحًا، فنقله إبراهيم بن الصلت وأصلحه حنين بن اسحق وفسر المقالة الأولى اوطوقيوس وجمع المقالة الأولى ثابت وأخرج معانيها، وفسره عمر بن الفرخان وإبراهيم النيريزى والبتاني[٢٠] .

إلا أن الكتاب الأكثر أهمية والذى دفع لإرساء قواعد علم الفلك العربي الإسلامي ومن ثم تطوره وازدهاره، هو مؤلف جاء من الهند، فكانت الترجمة العربية للكتاب الرياضي الفلكي الذى ألفه الرياضي الهندي (برهميكيت) للملك (فياكهرمه) أكبر الأثر في تشجيع الفلكيين العرب والمسلمين على مواصلة أرصادهم وأبحاثهم الفلكية. والكتاب الأصل بالسنسكريتية (وهي لغة هندية قديمة) اسمه (براهمسبهيصد هانت) وتعني

كتاب الهيئة المصحح المنسوب إلى برهم، اختصره العرب فصار (سد هانت) ثم حرفوه فصار (السند هند)[٢١] .

وقد وصل الكتاب إلى بلاط المنصور ضمن وفد الهند، فأمر الخليفة بترجمته إلى اللغة العربية، فيذكر صاعد الأندلسي : «أنه قدم على (الخليفة المنصور) فى سنة ستة وخمسين ومائه رجل من الهند عالم بالحساب المعروف (بالسند هندى) فى حركات النجوم مع تعاديل معلومة على (كردجات) محسوبة لنصف نصف درجة مع ضروب من أعمال الفلك، ومع كسوفين ومطالع البروج وغير ذلك فى كتاب يحتوى على اثنى عشر بابًا وذكر أنه اختصره من (كردجات) منسوبة إلى ملك من ملوك الهند يسمى (قبغر) وكانت محسوبة لدقيقة دقيقة فأمر (المنصور) بترجمة ذلك الكتاب إلى اللغة العربية وأن يُؤَلَّف منه كتاب تتخذه (العرب) أصلاً فى حركات الكواكب فتولى ذلك محمد بن إبراهيم (الفزارى) وعمل منه كتابًا يسميه المنجمون (بالسند هند) الكبير وتفسير السند هند باللغة الهندية (الدهر الداهر) فكان أهل ذلك الزمان يعملون به إلى أيام الخليفة (المأمون)»[٢٢] .

هكذا كانت البداية - حسب ما ذكر المؤرخون - كانت بداية رمزية بسيطة أقرب ما تكون دفعة مباشرة للتوجه إلى هذا العلم، أما الأسباب والعوامل، فكانت أبعد وأعمق؛ فلا يمكن أن يكون وراء التطور المذهل للعلم الفلكى العربى الإسلامى هذه البداية المتواضعة لاشك أن وراء هذا التقدم الكبير أسسًا حضارية متينة .

ولعل أهمها، وجود القرآن الكريم بين ظهرانى المسلمين وأثره التغييرى الكبير في عقولهم وقلوبهم، وإشاعة الجو العلمى اللازم وتشجيع الخلفاء والأمراء لترجمة الكتب الوافدة من خارج العالم العربى والإسلامى، بما تحتوى من علوم عقلية مهمة، من طب ورياضيات وكيمياء وفلك، إضافة إلى الأمور الشرعية المباشرة، من تحديد أوقات الصلاة وتعيين الهلال والقبلة والعيدين وما يتعلق بها من معرفة الظواهر الكونية .

عوامل وأسباب عديدة تداخلت وتلابست فبدأ علم الفلك فى حضارتنا العربية الإسلامية، ونما وتطور وتقدم ووصل الذروة على أيدى البتانى والبوزجانى والبيرونى وابن الشاطر وأمثالهم مما سنأتى على ذكرهم فى فصل لاحق .

الفصل الخامس

فى العصر العباسى (على خُطَى المجد)

تميز العصر العباسى بين عصور الدولة الإسلامية بأنه عصر علمى، عصر ذهبى للثقافات المختلفة، لكن ذلك العلم وتلك الثقافات اختلفت درجاتها فى مراحله المختلفة، فمستوى العلم والثقافة زمن المنصور ليس كما فى زمن المهدى والرشيد، وليس كما تطور فى زمن المأمون، فكان لكل فترة من فترات الخلافة العباسية درجة معينة من العلم، وطبيعة خاصة لها خصائصها المحددة. كانت بدايات ثقافية وتطورت تلك البدايات، وبلغت الحركة الثقافية أوجها زمن المأمون (توفى سنة ٢١٨ هجرية). ولأهمية هذه الفترة فى تاريخ علم الفلك نقف قليلاً لنرى أثرها على تطور علم الفلك.

فى هذه الفترة توسعت عمليات الترجمة والنقل والتأليف، وانصب الاهتمام على نقل الكتب العقلية بشكل خاص، من طب وكيمياء وفيزياء وفلك وما إليها، مما كانت تسمى (علوم الأوائل)، وكان النقل من بلدان مختلفة من اليونان ومن الهند ومن فارس. وكان للفلك من هذه العلوم حصة الاسد (كما فى المثل)، فبعد أن نُقلت بعد الكتب التنجيمية فى الفترات السابقة، ابتدأت هذه الفترة (عهد المأمون) بالتوجه نحو الكتب الأمهات. فترجمت كتب جالينوس فى الطب وإقليدس فى الهندسة وبطليموس فى الفلك، فنقل المجسطى وشُرِّح تشريحًا.

وقد وجد علم الفلك بشكل خاص فى هذه الفترة فى شخصية المأمون الحماسة اللازمة والرعاية الكاملة لدفعه إلى الأمام وساعده فى ذلك عوامل عديدة، منها توافر الجو العلمى والنضج العقلى، حيث قطعت الدولة العباسية شوطًا طويلاً نسبيًا من تأسيسها.

وكان المأمون العباسى نفسه رجلاً عالمًا ذا اهتمامات ثقافية متعددة علمية أدبية، وقد تفاعل مع الجو الثقافى العام، فتأثر بالعلوم العقلية أيما تأثر، وأثَّر هو من جانبه فيه أيضًا، ومن بين ما أحب، أحب علم الفلك، وكان يمتلك ثقافة فلكية وذوقًا فلكيًا. فكان يعرف بعض مشكلاته، فهو الذى أمر بمراجعة الجداول الفلكية لبطليموس على ملاحظات أجريت فى بغداد ودمشق، وهو الذى أمر بقياس محيط الأرض.. وما إليها من الأمور الفلكية.

يقول ابن كثير: «وكانت له بصيرة بعلوم متعددة، فقهًا وطبًا وشعرًا وفرائض وكلامًا ونحوًا وغريبه، وغريب الحديث وعلم النجوم وإليه ينسب الزيج المأمونى وقد اختبر مقدار الدرجة فى وطئة سنجار»(٢٣).

وأدى حبه للعلوم إلى رعاية هذا العلم بنفسه فقد ورد أنه كان يبذل مالاً سخيًا فى سبيل ترجمة العلوم العقلية يقول ابن أبى أصيبعة فى ترجمة حنين بن إسحق: «إن المأمون كان يعطيه زنة ما ينقله ذهبًا»(٢٤).

وإذا أحب صاحب الأمر شيئًا فلابد أن يبذل الغالى والنفيس من أجله، وكانت مكتبة الحكمة (دار الحكمة أو بيت الحكمة أو خزانة الحكمة) هى المرتع الخصب لنشاطات الخليفة، وقد لعبت هذه المكتبة الضخمة دورًا نشيطًا ومهمًا فى نمو الحركة العلمية بشكل عام وعلم الفلك بشكل خاص، وبيت الحكمة (٢٥) مجمع علمى كبير، أشبه بمدينة علمية كاملة، جمعت بين أماكن لخزن الكتب، وأماكن أخرى للترجمة والنقل والتأليف وثالثة للدراسة والمناظرة، إضافة إلى مركز لنشاطات الفلكيين والراصدين المختلفة وما يلحق به من أجهزة وآلات فلكية لأغراض الرصد والدراسة الفلكية.

وقد غذى هذا البيت عددٌ من العلماء والفلكيين الكبار، فقد ورد أن العالم الرياضى الفلكى الخوارزمى كان منقطعًا إلى بيت الحكمة. وكان أولاد موسى الثلاثة أحمد ومحمد وحسن الفرغانى. وسند بن على وغيرهم (وسنأتى على ذكرهم) من كبار رجال بيت الحكمة. وكان للكتب الفلكية المترجمة دورٌ فاعلٌ فى نمو هذا العلم. وفى طليعتها كتاب المجسطى لبطليموس القلوذى المار الذكر، وكان النموذج الأول لعلم الفلك العربى الإسلامى حيث احتذى الفلكيون والعلماء حذوه، ونسجوا على منواله وسجلوا عليه ملاحظات جمة وإصلاحات كثيرة، وقد شغل عددًا من المترجمين والفلكيين شغلهم فى عدد من الترجمات وعدد من التفسيرات، يذكر ابن النديم فى ترجمة بطليموس: «وأول من عنى بتفسيره (يقصد المجسطى) وإخراجه إلى العربية يحيى بن خالد بن برمك فسره له جماعة فلم يتقنوه ولم يرض ذلك، فندب لتفسيره أبا إحسان وسلم صاحب بيت الحكمة، فأتقناه واجتهدا فى تصحيحه بعد أن أحضرا النقلة المجودين، فاختبرا نقلهم وأخذا بأفصحه وأصحه، وقد قيل إن الحجاج بن مطر نقله أيضًا، فأما الذى عمله النيريزى، وأصلح ثابت الكتاب كله بالنقل القديم، ونقل إسحق هذا الكتاب وأصلحه ثابت نقلاً غير مرضى لأن إصلاحه الأول أجود»(٢٦).

من هنا يمكن اعتبار عصر المأمون وعصر بيت الحكمة، هو الفترة الحقيقية لنضوج علم الفلك في الدولة العربية الإسلامية، وبيت الحكمة بالذات هو المفجر الحقيقي لهذا الاهتمام وهذا الحب، فانطلق الإشعاع الفلكي من أروقته وقاعاته الدراسية إلى آفاق العالم الواسعة.

ومن هذا العصر ابتدأت الخطوات العلمية الصحيحة للفلك العربي الإسلامي، وبدأ الفلك يسير بخطوات ثابتة متينة خاطًا لنفسه طريقًا علميًا واضحًا له خصائصه ومميزاته، وله علماؤه ونظرياته وتطبيقاته العلمية المعروفة الرائعة، فكثرت الأرصاد والتسجيلات العلمية، وفرض نفسه علمًا مهمًا ضروريًا بين علوم العصر.

ولعل أهم ما امتاز به هذا العلم عن الفلك اليوناني الذى قام على أكتافه، أن رواده الأوائل وموسسيه فى هذا العصر (العصر العباسى) جعلوه علمًا رياضيًا استقرائيًا مبنيًا على الرصد والحساب والهندسة، لا على النظريات العقلية المجردة، فخلف لنا مؤسسوه الأولون عددًا كبيراً من الأزياج الفلكية (الجداول الفلكية) التى سجلت خلاصات الأرصاد والملاحظات، وقد جرت الروح العلمية الصحيحة فى هذه الأرصاد وتحولت إلى علم منهجي منظم، يقول المستشرق الفرنسي لويس سيديو: «وظاهرة مدرسة بغداد فى بدء أمرها هى الروح العلمية التى كانت سائدة لأعمالها، فكانت مبادئ أساتذتها تقوم على الانتقال من المعلوم إلى المجهول وعلى ملاحظة الحوادث ملاحظة دقيقة لمجاوزة المعلولات إلى العلل، وعلى عدم التسليم بما لا يستند إلى التجربة، وكان العرب في القرن التاسع أصحابًا لهذا المنهاج الخصيب فأضحى بعد زمن طويل أداة بيد علماء الزمن الحديث للوصول إلى أجمل اكتشافاتهم[٢٧] لقد ساهم فى إرساء النهضة الفلكية العربية الإسلامية فى عصر المأمون عدد من الفلكيين الراصدين، كانوا بحق فلكيين مؤسسين لعلمنا الفلكى العتيد، والآن نذكر أهمهم بإيجاز شديد باعتبارهم النواة الحقيقية لعلم الفلك القائم على الرصد والملاحظة:

فمنهم: أحمد بن محمد الفرغانى، وقد ذكر صاعد الأندلسى، أن الفرغانى كان أحد منجمى المأمون وصاحب المدخل إلى علم هيئة الأفلاك وحركات النجوم، وهو كتاب لطيف الجرم عظيم الفائدة تضمن ثلاثين بابًا احتوت على جوامع كتاب المجسطى بأعذب لفظ وأبين عبارة[٢٨]. ولعل أهم انجازاته تعيين أبعاد الكواكب وأقطارها، والمقاييس التى

ذكرها لمسافات الكواكب وأحجامها ، عمل بها كثيرون دون تغيير حتى زمن كوبرنيكوس[٢٩] .

ومنهم محمد بن موسى الخوارزمى ، وهو عالم رياضى ، انقطع إلى بيت الحكمة منكبًا على الدراسة والبحث ، وله زيج مشهور قال عنه صاعد الأندلسى (وعول فيه على اوساط (السند هند) وخالفه فى التعاديل والميل فجعل تعاديله على مذاهب (الفرس) ومَيْل الشمس فيه على مذهب بطليموس واخترع فيه من أنواع التقريب أبوابًا حسنة لا تفى بما احتوى عليه من الخطأ البين الدال على ضعفه فى الهندسة ، وبعده عن التحقيق بعلم الهيئة فاستحسنه أهل ذلك الزمان من أصحاب (السند هند)وطاروا به كل مطير)[٣٠] .

ومنهم سند بن على وكان أحد كبار فلكيي المأمون ومن جملة الذين أمرهم بقياس محيط الأرض ، وذكر أنه كان على الأرصاد كلها ، يقول جمال الدين القفطى : وجعله المأمون ممتحنًا للأرصاد لما تقدم بعلمها ثقة ببصره[٣١] .

ومنهم حبش الحاسب ، وهو أحد أصحاب الأرصاد ، ويذكر القفطى أن لحبشي هذا تقدمًا فى حساب تسيير الكواكب وشهرة بهذا النوع[٣٢] . وقد اشترك مع الذين كلفهم المأمون بقياس محيط الأرض .

ومنهم أولاد موسى أحمد ومحمد وحسن ، وأكبر عمل قاموا به بتكليف من المأمون هو قياس محيط الأرض الذى سنأتى على ذكره ، وكان لأبناء موسى مرصد مشهور فى بغداد .

ومنهم يحيى بن أبى منصور ، أحد الراصدين المقربين لدى المأمون اشتغل فى بيت الحكمة ، ووصفه القفطى أنه رجل فاضل كبير القدر مكين المكان متقدم فى صناعة النجوم وتسيير الكواكب ، وحين عزم المأمون على رصد الكواكب تقدم إلى يحيى هذا ، وإلى جماعة آخرين وأمرهم بالرصد وإصلاح آلاته ففعلوا ذلك بالشماسية ببغداد وجبل قاسيون بدمشق[٣٣] .

ومنهم العباس الجوهرى ، وهو فلكى خبير بصناعة التسيير وحساب الفلك قيّم بعمل آلات الرصد ، وكان من أصحاب الأرصاد . ومنهم عمر بن الفرخان وهو أحد رؤساء التراجمة والمتحققين بعلم حركات النجوم وأحكامها ، استدعاه ذو الرئاستين الفضل بن سهل وزير المأمون من بلده ، ووصله بالمأمون فترجم كتبًا كثيرة ، وحكم بأحكام نجومية عديدة[٣٤] .

ومنهم على بن عيسى الاسطرلابى، وهو من الذين اشتركوا فى قياس الدرجات التى أمر بها المأمون.

ومنهم خالد بن عبد الملك المرزوى وكذلك كان من الذين كلفهم المأمون لقياس درجة من أعظم دائرة على سطح الكرة الأرضية.

ومنهم على بن البحترى وهو من الذين كلفهم المأمون أيضًا قياس درجة من أعظم دائرة من دوائر سطح الكرة الأرضية.

لقد كان هؤلاء الفلكيون الرصاد هم النواة الحقيقية لعلم الفلك العربى الإسلامى، القائم على الرصد، لاعلى الأوهام والنظريات العقلية المجردة، شجعتهم السلطات الرسمية أيام المأمون ليؤسسوا الفلك الحقيقى، وكانت أعمالهم تلك الخطوات الحقيقية نحو المجد، والصعود بالفلك إلى القمة.

الفصل السادس

أسباب ازدهار علم الفلك

ولكن ما هي الأسباب والعوامل التى أدت إلى نمو وازدهار علم الفلك العربى الإسلامى؟

ما هو سر تقدمه فى سرعة قياسية، قياسا إلى التاريخ الفلكى الطويل؟ لابد هناك أسباب معينة وراء هذا التقدم والازدهار، لا بد أن تكون أكثر من دفعة إلى هذا السمو، هذا المجد . .

الدكتور جنكريتش يعزو نمو وتطور علم الفلك فى البلاد العربية والإسلامية، إلى عاملين، أحدهما القرب الجغرافى من العالم الذى يحفل بالعلوم القديمة، واقتران ذلك بالتسامح فى استضافة علماء ذوى عقائد أخرى، أما العامل الثانى فيعزوه إلى الأرصاد المتعلقة بالشريعة الإسلامية والتى أثارت العديد من المعضلات فى علم الفلك الرياضى يتعلق أغلبها بموضوع تحديد الوقت، يقول جنكريتش: ولحل هذه المعضلات سار علماء المسلمين أشواطًا بعيدة تجاوزت الأساليب الرياضية اليونانية. وقد وفرت إنجازاتهم بخاصة فى مضمار علم المثلثات الأدوات الأساسية لنشوء علم الفلك فى عصر النهضة فى الغرب[٣٥] .

والحقيقة أن العاملين اللذين ذكرهما الدكتور جنكريتش كانا من العوامل المهمة فى ازدهار علم الفلك فى الإسلام، ويمكن أن يتضمنا عوامل أخري ضمنية داخلهما، لكنهما على أى حال ليسا وحيدين، هناك أكثر من عاملين تضافرت معًا لدفع وتطوير هذا العلم، ولعل أهم العوامل هو الجو الجديد الذى خلقه الدين الجديد، جو التفتح والوعى الذى حدث بانتشار القرآن ونفحاته السحرية فتفتحت العقول والنفوس لتجرى وراء المعرفة أينما كانت، شرط ألا تخالف التعاليم الإسلامية. وعلى هذا فالقرآن الكريم وأثره التغييرى هو أبو العوامل كلها، ويمكن أن نقول: إنه هو الذى دفع المسلمين إلى أخذ ما كان عند الأمم من معارف وعلوم. يذكر فرانس روزنتال فى كتابه (استمرار علوم الإغريق القدماء فى الإسلام): «ليس يكفى الدافع النفعى العملى أو النظرى ليعلل لنا ظاهرة العملية الواسعة لترجمة الكتب الأجنبية، بل لا بد من فهم موقف الدين الإسلامى ذاته من العلم. . وموقفه هذا كان المحرك الكبير لا للحياة الدينية فحسب بل للحياة الإنسانية من

جميع جوانبها، وموقف الإسلام هذا هو الدافع الأكبر فى السعى وراء العلوم، وفي فتح الأبواب للوصول إلى المعارف الإنسانية، ولولاه لانحصرت الترجمة فى أشياء ضرورية للحياة العملية وحدها»(٣٦).

إذن قوة القرآن، لا بد أن تكون العامل الرئيسى الأول وراء ازدهار العلوم بشكل عام، وازدهار علم الفلك بشكل خاص. وكل العوامل الأخرى لا تعدو أن تكون فروعًا ترجع إلى الأصل فى النهاية. فالقرآن هو الذى حمل أفكارًا نددت بالجهل وحاربته محاربة لا هوادة فيها، وهو الذى حث على العلم وطلب المعرفة، حثًا لا مزيد عليه.

وعلى الرغم من أن القرآن ليس كتاب علم يضع المناهج والخطط، لكن ما فيه من لمحات وإشارات علمية، وبأسلوب بلاغى فريد، كان له أكبر الأثر فى تطور العلم، فالقرآن دعا إلى محاربة الخرافة والجهل وتقليد الآباء فى أكثر من موضع، معتبرًا إياها ضارة بالعلم الصحيح، ومقدمة ضرورية للبحث العلمى، قال تعالى فى كتابه الكريم: ﴿وإذا قيل لهم اتبعوا ما أنزل الله قالوا بل نتبع ما ألفينا عليه آباءنا أولو كان آباؤهم لا يعقلون شيئًا ولا يهتدون﴾(٣٧).

والقرآن حث على العلم وتمجيد العلماء فى أكثر من موضع أيضًا، قال تعالى على لسان نبيه الكريم: ﴿وقل رب زدنى علمًا﴾(٣٨). وقال عز وجل أيضًا: ﴿قل هل يستوى الذين يعلمون والذين لا يعلمون﴾(٣٩).

ومثل هذا الاهتمام ورد فى الأحاديث النبوية الشريفة، نذكر منها، (طلب العلم من المهد إلى اللحد) وغيرها الكثير الكثير.

وفى مجال السماء وأجرام السماء، حث القرآن على النظر إلى الكون وما فيه من ظواهر سماوية مثيرة، في مواضع عديدة، ليعرف الإنسان من خلالها عظمة الخالق القدير وأنه لم يخلق الكون عبثًا، وفى نفس الوقت ليثير العقول فى البحث عن هذه الظواهر، قال عز من قال: ﴿أفلم ينظروا إلى السماء فوقهم كيف بنيناها وزيناها وما لها من فروج﴾(٤٠).

وقال أيضًا: ﴿إن فى خلق السماوات والأرض واختلاف الليل والنهار لآيات لأولى الألباب الذين يذكرون الله قيامًا وقعودًا وعلى جنوبهم ويتفكرون فى خلق السماوات والأرض ربنا ما خلقت هذا باطلاً سبحانك فقنا عذاب النار﴾(٤١).

بل وأكثر من ذلك فقد نبه الله العقول أن السماء أشد خلقًا من الإنسان، قال تعالى : ﴿أأنتم أشد خلقًا أم السماء بناها﴾(٤٢) .

ولا شك أن هذا الحث والتأكيد كان له أكبر الأثر فى الاهتمام بالعلم وتتبع السماء، فى قوم آمنوا بالقرآن أشد إيمان وأنزلوه منزلة لم ينزلها كتاب آخر لا قبله ولا بعده، ولعل الآيات الكونية التى أوردها ذلك الصابئ الذي أسلم، وهو البتانى، فى كتابه الشهير (الزيج الصابى)، خير شاهد على تمكن هذه الآيات من نفوس وعقول المشتغلين بالعلوم الفلكية : قال فى مقدمة كتابه : «إن من أشرف العلوم منزلة وأسناها مرتبة وأحسنها حلية وأعلقها بالقلوب وألمعها بالنفوس وأشدها تحديدًا للفكر والنظر وتذكية للفهم ورياضة للعقل بعد العلم بمالا يسع الإنسان جهله من شرائع الدين وسنته علْم صناعة النجوم لما فى ذلك من جسيم الحظ وعظيم الانتفاع بمعرفة مدة السنين والشهور والمواقيت وفصول الازمان وزيادة النهار والليل ونقصانهما ومواضع النيّرين وكسوفهما ومسير الكواكب فى استقامتها ورجوعها وتبدل أشكالها ومراتب أفلاكها وسائر مناسباتها إلى ما يدرك بذلك من أنعم النظر وأدام الفكر فيه من إثبات التوحيد ومعرفة كنه عظمة الخالق وسعة حكمته وجليل قدرته ولطيف صنعه قال عز من قائل، إن فى خلق السماوات والأرض واختلاف الليل والنهار لآيات لأولى الألباب، وقال تبارك وتعالى : ﴿تبارك الذى جعل فى السماء بروجًا﴾ . وقال عز وجل ﴿وهوالذى جعل الليل والنهار خلفة﴾ . وقال سبحانه : ﴿هو الذى جعل الشمس ضياء والقمر نورًا وقدره منازل لتعلموا عدد السنين والحساب﴾ . وقال جلّ ذكره : ﴿الشمس والقمر بحسبان﴾ مع اقتصاص كثير فى كتاب الله عز وجل بطول وصفه ويتسع القول بذكره واستشهاده»(٤٣) .

نحن نعتقد أن القرآن ليس عاملاً واحدًا ضمن عدد من العوامل ساهمت فى نمو وازدهار علم الفلك، وإنما هو أبو العوامل كلها - كما ذكرنا من قبل - منه تفرعت بقية العوامل ومنه انطلق التفتح العقلى، والتوجه نحو البحث والتنقيب . ومنه أيضًا تولد الاهتمام بالشمس والقمر والكسوف والخسوف وبعض الظواهر الكونية والتدقيق فى دراستها لارتباطها المباشر بالأحكام الشرعية الإسلامية، وهذا عامل يحتم على المسلم النظر فى الأمور الفلكية، بل يوجب ذلك لئلا يقع فى الحرام، ويمكن اعتبار هذا العامل (عامل ارتباط الفلك بالأحكام الشرعية) عاملاً مباشرًا للتوجه لدراسة الفلك فى الحضارة العربية الإسلامية .

وهناك عامل آخر دفع لنمو وازدهار علم الفلك، تولد من خلال القرآن كله، هذا العامل هو استخدام العرب والمسلمين المنهج العلمى الصحيح، ففى القرآن توافرت كل عناصر المنهج العلمى، توافرت من خلال عدد كبير من الإشارات واللمحات والإيحاءات، تضمنها عددٌ من الآيات الشريفة. والذى يعيش جو القرآن ويستوعب آياته وخاصة الآيات المتعلقة بالمنهج لا بد أن يتجه الوجهة الصحيحة من حيث يدرى أو لا يدرى.

فالقرآن الكريم أكّد النظر إلى الأشياء مباشرة واستقرائها، قال عز وجل: ﴿أفلا ينظرون إلى الإبل كيف خلقت وإلى السماء كيف رفعت، وإلى الجبال كيف نصبت وإلى الأرض كيف سطحت﴾(٤٤). وفى نفس الوقت أكد الاستنتاج العقلى واستخراج المعانى الكلية من الجزئيات وتطبيقها مرة أخرى على جزئيات أخرى، قال عز وجل: ﴿فاعتبروا يا أولى الأبصار﴾(٤٥).

وبكلمة موجزة أكد القرآن المنهج العلمى الاستقرائى المدعوم بالعقل والاستنتاج العقلى، وهذا سبق للمنهج العلمى الذي نادى به فرنسيس بيكون فى القرن السابع عشر.

ولقد لعب هذا المنهج العلمى دوراً مهمًا فى تطور العلوم العربية الإسلامية فى كل المجالات العلمية، ولا سيما الفلك. واليوم نستطيع أن نفتخر - بكل ثقة وقوة- بجابر بن حيان في الكيمياء وبابن الهيثم فى الفيزياء والفلك، وبالبيرونى فى الفلك والطبيعيات، فهم رواد حقيقيون لهذا المنهج، ولعلّ أفضل من مثل هذا المنهج القويم العالم الفيزيائى الفلكى الحسن بن الهيثم (توفى سنة ٤٣٠ هجرية) فى كتابة الشهير (المناظر)، حيث عرض مراحل المنهج العلمى بقوله:

«ونبتدئ فى البحث باستقراء الموجودات، وتصفح أحوال المبصرات، ونميز خواص الجزئيات، ونلتقط بالاستقراء ما يخص البصر فى حال الإبصار، وما هو مطرد لايتغير وظاهر لا يشتبه مع كيفية الإحساس، ثم نترقى في البحث والمقاييس على التدريج والترتيب، مع انتقاد المقدمات والتحفظ فى النتائج، ونجعل غرضنا فى جميع ما نستقرئه ونتصفحه استعمال العدل لا اتباع الهوى، ونتحرى فى سائر ما نميزه ونتقده طلب الحق لا الميل مع الآراء، فلعلنا نتهى بهذا الطريق إلى الحق الذى به يثلج الصدر، ونصل بالتدرج والتلطف إلى الغاية التى عندها يقع اليقين، ونظفر مع النقد والتحفظ بالحقيقة التى يزول معها الخلاف وتنحسم بها مواد الشبهات. وما نحن، مع جميع ذلك، براءٌ مما هو فى

طبيعة الإنسان من كدر البشرية، ولكننا نجتهد بقدر ما هو لنا من القوة الإنسانية، ومن الله نستمد المعونة فى جميع الأمور»(٤٦) .

وعلى نفس الطريقة فى استخدام المنهج العلمى سار أبو الريحان البيرونى، يقول هذا العالم الفذ : «إنما صدق قول القائل ليس الخبر كالعيان» لأن العيان هو إدراك عين الناظر عين المنظور إليه فى زمان وجوده وفى مكان حصوله»(٤٧) .

هذه هى مجمل العوامل التى أدت إلى نمو وازدهار علم الفلك في الحضارة العربية الإسلامية، وهى كما رأينا ترجع أساسًا إلى عامل واحد، هو أصل لكل العوامل، وهو القرآن الكريم، ذلك الكتاب العظيم الذى غير ملامح التفكير ونقلها من مرحلة إلى مرحلة أعلى شأنًا وأبعد شأوًا.

وإضافة إلى ما ذكرنا يستطيع الباحث أن يجتهد لينتزع من التاريخ العربى الإسلامى العريض عوامل أخرى كالرعاية الرسمية التى أولاها الخلفاء لهذا العلم والشغف بالتنجيم وتحوله إلى دافع لمتابعة العلوم الفلكية، وما إلى ذلك.

الفصل السابع

المراصد والآلات الفلكية

من السمات الأساسية التى طبعت علم الفلك العربى الإسلامى سلوكه الطريق العلمى الصحيح .

فقد اعتمد هذا العلم بعد نشوئه على الأرصاد وتسجيل الملاحظات العلمية وبناء العدد الكبير من أماكن الرصد الفلكى ، واستخدامه المتميز لعدد كبير من الآلات الفلكية ذات المستوى التقنى الجيد . وهذه السمة أو هذا السلوك ، أعطته نوط العظمة والشموخ ، ولولاها لما بلغ شأوه البعيد وامتداده الواسع .

فالمرصد الفلكى (Observatory) مكان لرصد الأجرام السماوية من نجوم وكواكب وأقمار ومذنبات وشهب وأحجار نيزكية وكل الظواهر الكونية السماوية الممكنة ، وتسجيل ما يتوافر تسجيله عن تلك الأجرام والظواهر من معلومات ، كحركاتها ومواقعها وأقدارها وما إلى ذلك مما يتعلق بها ، بشكل علمى منظم . وقد أسست المراصد الفلكية فى حضارتنا العربية الإسلامية منذ تأسس علم الفلك ونضج أيام المأمون العباسى .

وفى هذا الصدد يذكر المؤرخون أن أول مرصدين فلكيين أمر ببنائهما المأمون كانا فى دمشق وبغداد ، يورد حاج خليفة صاحب كشف الظنون : «لما أفضت الخلافة إلى عبدالله المأمون بن الرشيد العباسى وطمحت نفسه الفاضلة إلى درك الحكمة وسمت همته الشريفة إلى الإشراف على علوم الفلسفة ووقف العلماء في وقته على كتاب المجسطى وفهموا آلات الرصد الموصوفة فيه بعثه شرفه وحداه نبله على أن جمع علماء عصره من أقطار مملكته وأمرهم أن يصنعوا مثل تلك الآلات وأن يقيسوا بها الكواكب ويتعرفوا أحوالها بها كما صنعه بطليموس ومن كان قبله ففعلوا ذلك وتولوا الرصد بها بمدينة الشماسية وبلاد دمشق من أرض الشام سنة ٢١٤ أربع عشرة ومائتين(٤٨) .

ومرصد الشماسية يقع أعلى بغداد الشرقية عند محلة الصليخ ، إحدى محلات الأعظمية اليوم ، أما مرصد دمشق فيقع على جبل قاسيون المطل على دمشق فى الشام .

وكان لهذين المرصدين دور مهم فى إرساء علم الفلك وتأسيسه فقد دارت حولهما نشاطات كبار الفلكيين المؤسسين الذين أتينا على ذكرهم فى فصل سابق ، حيث كانت ملاحظات وتسجيلات هذين المرصدين النواة الأولى لعلم الفلك الرصدى . وقد وفرت

أرصادهما الأسس القوية الأولى لتطورات الفلك اللاحق. وكانت الأزياج التى جمعت تلك الأرصاد هى الجداول الأساسية لكل علم الفلك العربى الإسلامى فى عصور ازدهاره لاحقًا.

أما أشهر المراصد الفلكية الأخرى فيمكن أن نوجز ما ورد فى كتاب كشف الظنون لحاج خليفة:

- رصد [٤٩] ابن الشاطر بالشام.
- رصد أبى حنيفة (أحمد بن داود) الدينورى بأصفهان سنة ٢٣٥.
- رصد أبى الريحان البيرونى.
- رصد بنى الأعلم ببغداد سنة ٢٥٠.
- رصد البتانى بالشام.
- الرصد الحاكمى بمصر سنة ٢٥٠ هجرية.
- رصد الوغ بك فى سمرقند سنة ٨٢٣[٥٠].

وفى سامراء بنى الأخوان أحمد ومحمد ابنا موسى مرصدًا، وكان فيه آلة ذات شكل دائرى، تقول المستشرقة سيغريد هونكه: فى مرصد سامراء كانت آلة ذات شكل دائرى تحمل صور النجوم ورموز الحيوانات فى وسطها، تديرها قوة مائية وكان كلما غاب نجم فى السماء اختفت صورته فى اللحظة ذاتها فى الآلة، وإذا ما ظهر نجم فى قبة السماء ظهرت صورته فى الخط الأفقى من الآلة[٥١].

أما أشهر المراصد الفلكية وأكبرها على الإطلاق، فكان مرصد مراغة الذي لازالت آثاره باقية إلى اليوم بمدينة مراغة فى إيران وقد أنشأ هذا المرصد العالم الفلكى نصير الدين الطوسى (توفى سنة ٦٧٢هجرية) وضم جماعة من كبار الفلكيين والمهندسين من جنسيات مختلفة من العرب والإيرانيين والروس والصينيين والمغاربة نذكر منهم:

١ - الخواجة نصير الدين الطوسى، الرئيس والمشرف الأول على هذا المرصد.
٢- الكاتبى القزوينى المشهور بـ (دبيران).
٣- ركن الدين الاسترابادى.
٤- الفخر الخلاطى (من روسيا).
٥ - مؤيد الدين العرضى (مهندس من سوريا).
٦ - الفخر المراغى من الموصل فى العراق.

٧ – محيى الدين المغربى.

٨ – قطب الدين الشيرازى.

٩ – شمس الدين الشيروانى.

١٠ – الشيخ كمال الدين الايجى.

١١ – حسام الدين الشامى.

١٢ – نجم الدين الاسطرلابى.

١٣ – صدر الدين بن نصير الدين الطوسى.

١٤ – أصيل الدين بن نصير الدين الطوسى أيضًا.

١٥ – نجم الدين على بن محمود الحكيم الكاتب البغدادى.

١٦ – قومنجى (قومة جى) من الصين.

١٧ – ابن الفوطى (مؤرخ معروف).

١٨ – شمس الدين بن محيى الدين بن عربى[٥٢].

وقد كان المرصد مجمعًا علميًا كبيرًا احتوى خزانة كتب فسيحة الأرجاء ملأها من الكتب التى نُهبت من بغداد والشام والجزيرة، حتى تجمع فيها ما يزيد على أربعمائة ألف مجلد وقرر بالرصد المنجمين والفلاسفة وجعل لها الأوقاف[٥٣]. وقد ضم المرصد علماء في مختلف الاختصاصات، يقول ابن كثير إن الطوسى بنى الرصد ورتب فيه الحكماء من الفلاسفة والمتكلمين والفقهاء والمحدثين والأطباء وغيرهم[٥٤]. ويذكر الصفدى فى الوافى عمن شاهد هذا المرصد «سافرت إلى مراغة وتفرجت فى هذا الرصد ومتوليه صدر الدين على بن الخواجا نصير الدين الطوسى، وكان شابًا فاضلاً فى التنجيم والشعر بالفارسية وصادفت شمس الدين محمد بن المؤيد العرضى وشمس الدين الشيروانى والشيخ كمال الدين الايكى وحسام الدين الشامى فرأيت فيه من آلات الرصد شيئًا كثيرًا، منها ذات الحلق وهى خمس دوائر متخذة من نحاس الأولى دايرة نصف النهار، وهى مركوزة على الأرض ودايرة معدل النهار ودايرة منطقة البروج ودايرة العرض ودايرة الميل ورأيت الدايرة الشمسية يعرف بها سمت الكواكب واصطرلابًا تكون سعة قطره ذراعًا واصطرلابات كثيرة وكتبًا كثيرة[٥٥].

ومن نتائج هذا المرصد تأليف الزيج الايلخانى وهو جداول فلكية ظلت معتمدة فى أوروبا إلى عهد قريب، ومن نتائجه المهمة الأخرى أن قدم علماء المرصد أفكارًا فلكية جديدة انتقدت أفكار بطليموس وكانت أساسًا لنظام كوبرنيكوس الجديد.

والآلات الفلكية أدوات علمية تعين الفلكى فى أرصاده الفلكية وتساعده فى تدقيق حركات النجوم ومعرفة درجات الطول والعرض والسمت والارتفاع وما إليها .

وهى جزء مهم من أجزاء المرصد، والنتائج العلمية الدقيقة لا تتم بدون الاعتماد عليها، والغرض كما يقول تقى الدين الراصد «والغرض من وضع تلك الآلات تشبيه سطح منها بسطح دائرة فلكية ليمكن بها ضبط حركتها ولن يستقيم ذلك ما دام لنصف قطر الأرض قدر محسوس عند نصف قطر تلك الدائرة الفلكية إلا بتعديله بعد الإحاطة باختلافه الكلى وحيث أحسسنا بحركات دورية مختلفة وجب علينا ضبطها بآلات رصدية تشبهها فى وضعها لما يمكن له التشبيه ولما لم يكن له ذلك بضبط اختلافه ثم فرض كرات تطابق اختلافاتها المقيسة إلى مركز العالم تلك الاختلافات المحسوس بها إذا كانت متحركة حركة بسيطة حول مراكزها فبمقتضى تلك الأغراض تعددت الآلات»[٥٦] .

والآلات الرصدية أشكال متعددة، منها الكبيرة، ومنها الصغيرة ومنها المتوسطة، ومنها متعددة الجوانب والوظائف، وأخرى يقتصر استعمالها على وظيفة واحدة. ومنها ما شاع وانتشر حتى اقترن اسمها باسم الفلك العربى الإسلامى، كالاسطرلاب مثلاً. ومنها ما اقتصر استعماله على ذوى الاختصاص من الفلكيين دون غيرهم وهكذا .

وقد ألفت كتب كثيرة فى الآلات الفلكية ولعل أشهرها كتاب (الآلات الرصدية العجيبة) للخازين، ومنها (شرح آلات مرصد مراغة) لمؤيد الدين العرضى. وهناك عدد من المتخصصين فى الآلات الرصدية من الصناع لها أو الكتاب فى موضوعاتها أو المهتمين بها، منهم ابن خلف المرزوى، وعلى بن عيسى الاسطرلابى، وأحمد بن محمد الفرغانى، والبديع الاسطرلابى البغدادى، ونصير الدين الطوسى، ونجم الدين الاسطرلابى، وأحمد الصاغانى ويجن بن رستم والزرقالى وابن الشاطر وغيرهم .

أما أهم الآلات الفلكية وأشهرها فى تاريخ الفلك العربى الإسلامى فهى الاسطرلاب (Astrolabe) . والاسطرلاب آلة فلكية تستعمل فى عدد من الأمور الفلكية، كمعرفة ارتفاع الكواكب الثابتة والسيارة والقمر والشمس ومعرفة مواضعها ومعرفة عرض القمر والكواكب وعرض البلاد وما إليها .

ومعنى كلمة اسطرلاب - كما يقول الخوارزمى الكاتب مقياس النجوم، وهو باللغة اليونانية اصطرلابون واصطر النجم ولابون المرآة[٥٧] .

وقد ذكر عن بداية الاسطرلاب عدد من الروايات أذكر منها ما جاء في كشف الظنون : «قيل إن الأوائل كانوا يتخذون كرة على مثال الفلك ويرسمون عليها الدوائر ويقسمون بها النهار والليل فيصححون بها المطالع إلى زمن إدريس عليه السلام، وكان لإدريس ابن يسمى لاب وله معرفة في الهيئة فبسط الكرة واتخذ هذه الآلة فوصلت إلى أبيه فتأمل وقال من سطره فقيل سطرلاب فوقع عليه هذا الاسم وقيل اسطر جمع سطر ولاب اسم رجل. وقيل فارسي معرب من استارة ياب أي مدرك أحوال الكواكب»(٥٨) .

ويذكر الفهرست لابن النديم أن الفلكي اليوناني بطليموس كان أول من عمل الاسطرلاب والآلات النجومية والمقاييس والأرصاد، ثم يستدرك فيقول (أي ابن النديم) : ويقال إنه رصد النجوم قبله جماعة منهم ابرخس، وقيل إنه أستاذه وعنه أخذ، والرصد لا يتم إلا بآلة. فالمبتدئ بالرصد هو الصانع للآلة(٥٩) .

وأول مسلم عمل اسطرلابًا في حضارتنا العربية الإسلامية هو إبراهيم بن حبيب الفزاري الذي عاش زمن المنصور العباسي، فذكر ابن النديم أنه عمل اسطرلابًا مبطحًا ومسطحًا وكتب كتاب العمل بالاسطرلاب(٦٠) .

واليوم ينتشر في متاحف العالم ومكتباته عدد من الاسطرلابات التراثية المهمة، لعل في طليعتها الاسطرلاب الذي صنعه نسطولوس عام ٣١٥ هجرية وهو الآن من كنوز المتحف الوطني في دار الآثار الإسلامية في الكويت، واسطرلاب آخر ذكره كتاب (كنوز علم الفلك) صنع في أصفهان سنة ٣٧٤هجرية ويلي هذين الاسطرلابين قدمًا سبعة اسطرلابات تعود إلى القرن العاشر الميلادي وثمانية أخرى من القرن الحادي عشر الميلادي صنعت جميعها في العالم الإسلامي(٦١) .

ومن كتاب العمل بالاسطرلاب للصوفي نلخص أجزاء الاسطرلاب بشكل عام وهي :

١ - العضادة.

٢ - الدفتان.

٣- الحجرة.

٤- الكرسي.

٥- العروة.

٦ - العنكبوت.

٧- الدائرة التامة في العنكبوت.

٨ – الشظية الثابتة فى وجه العنكبوت .

٩– القطب .

١٠– الفلس .

١١ – الفرس[٦٢] .

وهناك أنواع متعددة من الاسطرلابات لكن أشهرها هو الاسطرلاب المسطح ، وتوجد منه نسخ كثيرة فى المتاحف والمكتبات كما ذكرنا . وذكر حاج خليفة أسماء لأنواع متعددة من الاسطرلابات هى : التام والمسطح والطوماري والهلالى والزورقى والعقربى والآسى والقوسى والجنوبى والشمالى والكبرى والمسرطق وحق القمر والمغنى والجامعة وعصى موسى[٦٣] .

أما أشهر أنواع الاسطرلابات فهى ثلاثة : الاسطرلاب المسطح والاسطرلاب الكروى والاسطرلاب الخطى ، وقد شرح هذه الثلاثة المستشرق الإيطالى نالينو فى دائرة المعارف الإسلامية[٦٤] .

أمـا الآلات الفلكيـة الأخـرى فـهى ولاشك أقل شـهـرة من الاسـطرلاب وتأتى فى طليعتها :

ذات الحلق (Armillary Sphere) ، وهى حَلَق متداخلة يرصد بها الكواكب[٦٥] . وهى آلة فلكية مهمة تتألف من عدد من الحلقات متحركة ومركبة بعضها فوق بعض يقاس بها ما يقاس بالاسطرلاب المسطح . وقد وصفها حاج خليفة أنها من أعظم الآلات هيئة ومدلولاً وتتألف هذه الآلة من :

١ – حلقة تقام مقام منطقة فلك البروج .

٢ – من حلقة أخرى تقام مقام المارة بالأقطاب تركب إحداهما في الأخرى بالتصنيف والتقطيع .

٣ – حلقة الطول الكبرى .

٤ – حلقة الطول الصغرى وتركب الأولى فى محدب المنطقة والثانية فى مقعرها .

٥ – حلقة نصف النهار وقطر مقعرها مساوٍ لقطر محدب حلقة الطول الكبرى .

٦ – حلقة العرض قطر محدبها قدر قطر مقعر حلقة الطول الصغرى فتوضع هذه على كرسى[٦٦] .

وهناك آلات فلكية أخرى نذكر منها :

- اللبنة : وهى جسم مربع مستو يستعلم به الميل الكلى وأبعاد الكواكب وعرض البلد .

- الحلقة الاعتدالية : وهى حلقة تنصب فى سطح دائرة المعدل ليعلم بها التحويل الاعتدالى .

- ذات الأوتار : وهى أربع اسطوانات مربعات تغنى عن الحلقة الاعتدالية ويعلم بها تحويل الليل أيضًا .

- ذات السمت والارتفاع وهى نصف حلقة قطرها سطح من سطوح اسطوانة متوازية السطوح يعرف بها السمت وارتفاعها .

- ذات الشعبتين : وهى ثلاث مساطر على كرسي يعلم بها الارتفاع .

- ذات الجيب : وهى مسطرتان منتظمتان انتظام ذات الشعبتين .

وهناك آلات أخرى كأرباع الدائرة ، وهى أنواع منها الربع التام والربع المجيب وربع المقنطرات والربع الشكازى وآلات أخرى يطول ذكرها . (٦٧)

الفصل الثامن

أهم الإنجازات الفلكية

إنجازاتنا العلمية فى العصور الإسلامية (العصور الوسطى) كانت من أروع الإنجازات الحضارية فى العالم على الإطلاق.

ففى حين كانت أوروبا غاطة فى نوم عميق، وغارقة حتى أذنيها فى جهل مظلم، قدم ابن سينا والرازى والزاهروى وابن النفيس وغيرهم فى مجال الطب أروع الإنجازات وقدم جابر بن حيان وآخرون أفضل الإنجازات والتجارب فى مجال الكيمياء. وفى مجال الرياضيات والفلك أفرزت عقول الخوارزمى والبتانى والبيرونى وغيرهم أروع الإنجازات الرياضية والفلكية.

وكل العلوم العربية والإسلامية التى ظهرت فى تلك العصور أصبحت الأساس المتين الذى بنى عليه الغرب حضارته العلمية الحديثة. ومن بين الإنجازات العلمية الكبيرة التى قدمتها حضارتنا كانت الإنجازات والإبداعات الفلكية، كانت كثيرة حقًا، توافرت مصادر الفلك والتاريخ القديمة على ذكرها وتفصيلاتها.

- فآمنوا قبل كل شيء بأن الأرض كروية، وإيمانهم هذا كان راسخًا لا نقاش حوله، آمن بها علماؤنا وفقهاؤنا وفلاسفتنا إلا ما شذ وندر، وقد دعموا هذا الإيمان بالبراهين اللازمة.

يقول البيرونى: «إن الظل والضياء فى المشف الصادق الشفاف كالهواء بمنزلة واحدة فإنها تحس به عند انتهائه إلى جسم مستصحف غير مشف فيصير منه ما قابل المضىء ويظلم ما ستره المظل على استقامة بين الظل والمضيء والمظل المتوسط إياهما وذلك كالحال فى ظل الأرض فإنه فى الهواء ممتد يحيط به الضياء ولسنا نحس بأحدهما إلا على البرد إذا خرق أو بعضه الظل فانكسف منه ما دخل فى الظل وبقى الباقى خارجه مضيئًا ونحس معه باستدارة ذلك الظل فيكون دليلاً على استدارة الأرض لأن ذلك الظل يكون بحسب الفصل المشترك لما أضاء من الأرض وما أظلم منها ووجودنا ذلك الظل فى كسوفات القمر مستدير الحرف مع اختلاف وضع ذلك الفصل المشترك من طول الأرض وعرضها يوجب الاستدارة لها وأن نتوا الجبال لا يؤثر فيها لصغرها بالقياس إلى عظم الأرض»[٦٨].

وبناء على هذا الإيمان (كروية الأرض) نجحوا فى إنجاز أكبر تجربة علمية فى تاريخنا الفلكى، وهى قياس محيط الأرض، وهو إنجاز خضع للمقاييس العلمية على أحسن وجه، قامت به دولة رسمية بما تملك من نفوذ، وليس فرد أو مجموعة أفراد.

فقد شك المأمون العباسى فى القياسات السابقة التى قدرت محيط الأرض، وكان أهمها قياس الجغرافى اليونانى اراستوستين وقدره ٢٤٠٠٠ ميل، ولم يقتنع المأمون بهذا الرقم أو لم يقتنع بطريقة القياس، فأراد أن يتأكد بنفسه القياس الصحيح، فأمر هذا الخليفة بتجهيز بعثتين علميتين من كبار الفلكيين لقياس درجة واحدة من محيط الأرض، فذهبوا إلى صحراء فى شمال العراق وقاسوا هذه الدرجة، وذهبت البعثة الأخرى للقيام بعمل مماثل فى مكان آخر، ورجع الفريقان ومعهم قياس درجة واحدة من أكبر دوائر سطح الكرة الأرضية. وقد قدر نالينو الرقم الذى أورده فلكيو المأمون بالكيلومترات فكان محيط الأرض ٤١,٢٤٨ كيلومتراً[٦٩] وهو رقم قريب جداً من الرقم العلمى الحديث لمحيط الأرض وهو ٤٠,٠٧٠ كيلومتراً. وقد امتدح نالينو هذا العمل العلمى الرائع بقوله «أما قياس العرب فهو أول قياس حقيقى أجرى كله مباشرة مع كل ما اقتضته تلك المساحة من المدة الطويلة والصعوبة والمشقة واشترك جماعة من الفلكيين والمساحين فى العمل فلا بد لنا من عداد ذلك القياس من أعمال العرب العلمية المجيدة المأثورة»[٧٠].

وقد أورد نالينو روايتين تاريخيتين تحدثتا عن هذا القياس واحدة نقلها عن النسخة الخطية الوحيدة المحفوظة بمكتبة ليدن، والرواية الثانية نقلها عن كتاب وفيات الأعيان لابن خلكان، وفى الروايتين بعض الاختلاف وسوف لا نتعرض له، الذى يهمنا منهما هو نفس العمل التجريبى المجمل. فلننقل الرواية من وفيات الأعيان مباشرة، وهى على جانب كبير من الوضوح. يقول ابن خلكان: «إن المأمون كان مغرى بعلوم الأوائل وتحقيقها، ورأى فيها أن دور كرة الأرض أربعة وعشرون ألف ميل، كل ثلاثة أميال فرسخ، فيكون المجموع ثمانية آلاف فرسخ، بحيث لو وضع طرف حبل على أية نقطة كانت من الأرض، وأدرنا الحبل على كرة الأرض حتى انتهينا بالطرف الآخر إلى ذلك الموضع من الأرض، والتقى طرفا الحبل، فإذا مسحنا ذلك الحبل كان طوله أربعة وعشرين ألف ميل.

فأراد المأمون أن يقف على حقيقة ذلك، فسأل بنى موسى المذكورين عنه فقالوا: نعم، هذا قطعى. فقال: أريد منكم أن تعملوا الطريق الذى ذكره المتقدمون حتى نبصر هل يتحرر ذلك أم لا، فسألوا عن الأراضى المتساوية فى أى البلاد هى؟ فقيل لهم: صحراء

سنجار فى غاية الاستواء، وكذلك وطأة الكوفة، فأخذوا معهم جماعة ممن يثق المأمون إلى أقوالهم، ويركن إلى معرفتهم بهذه الصناعة، وخرجوا إلى سنجار، وجاءوا إلى الصحراء المذكورة فوقفوا فى موضع منها وأخذوا ارتفاع القطب الشمالى ببعض الآلات، وضربوا فى ذلك الموضع وتدًا وربطوا فيه حبلاً طويلاً، ثم مشوا إلى الجهة الشمالية على الاستواء من غير انحراف إلى اليمين واليسار حسب الإمكان. فلما فرغ الحبل نصبوا فى الأرض وتدًا آخر وربطوا فيه حبلاً طويلاً، ومشوا إلى جهة الشمال أيضًا كفعلهم الأول، ولم يزل ذلك دأبهم، حتى انتهوا إلى موضع أخذوا فيه ارتفاع القطب المذكور، فوجدوه قد زاد على الارتفاع الأول درجة، فمسحوا ذلك القدر الذى قدروه من الأرض بالحبل، فبلغ ستة وستين ميلاً وثلثى ميل، فعلموا أن كل درجة من درج الفلك يقابلها من سطح الأرض ستة وستون ميلاً وثلثان.

ثم عادوا إلى الموضع الذى ضربوا فيه الوتد الأول وشدوا فيه حبلاً وتوجهوا إلى جهة الجنوب، ومشوا على الاستقامة، وعملوا كما عملوا فى جهة الشمال: من نصب الأوتاد وشد الحبال، حتى فرغت الحبال التى استعملوها من جهة الشمال، ثم أخذوا الارتفاع فوجدوا القطب الشمالى قد نقص عن ارتفاعه الأول درجة، فصح حسابهم وحققوا ما قصدوه من ذلك، وهذا إذا وقف عليه من له يد فى علم الهيئة ظهر له حقيقته. ومن المعلوم أن عدد درج الفلك ثلثمائة وستون درجة، لأن الفلك مقسومًا باثنى عشر برجًا، وكل برج ثلاثون درجة، فتكون الجملة ثلثمائة وستين درجة، فضربوا عدد درج الفلك فى ستة وستين ميلاً وثلثين - أى التى هى حصة كل درجة - فكانت الجملة أربعة وعشرين ألف ميل، وهى ثمانية آلاف فرسخ، وهذا محقق لاشك فيه.

فلما عاد بنو موسى إلى المأمون وأخبروه بما صنعوا، وكان موافقًا لما رآه فى الكتب القديمة من استخراج الأوائل، طلب تحقيق ذلك فى موضع آخر، فسيرهم إلى أرض الكوفة وفعلوا كما فعلوا فى سنجار، فتوافق الحسابان، فعلم المأمون صحة ما حرره القدماء فى ذلك»(٧١).

وهكذا كانت التجربة العلمية ناجحة وكان الرقم علميًا دقيقًا.

- وفيما يتعلق بالأرض أيضًا، قد لمح فلكيونا إلى دوران الأرض حول نفسها بدلاً من دوران السماء حول الأرض الذى كان شائعًا، ودوران الأرض هذا أشار إليه أبو الريحان البيرونى أكثر من مرة وفى أكثر من كتاب، أورد نالينو: «فاعترف بعض العرب مثل

البيروني في كتاب مفتاح علم الهيئة وفي كتاب تحقيق ما للهند من مقولة، إنه يمكن إيضاح تلك الظواهر إذا فرض أن الأرض متحركة حركة الرحى على محورها[٧٢] .

وقد ورد أن أبا سعيد السجزي صنع اسطرلابًا سماه الاسطرلاب (الزورقي) بناه على أساس أن الأرض تدور حول نفسها وليس السماء تدور حول الأرض كما هو المعروف السائد[٧٣] وهذا يدل على أن حركة الأرض حول محورها أمرٌ معروف في حضارتنا العربية الإسلامية.

أما دوران الأرض حول الشمس، فيذكر ول ديورانت عن مرجع أجنبي قولاً للبيروني يدل على تصوره لهذه الحركة، وإنها ليست أمرًا غريبًا شاذًا، يقول: «إن الحقائق الفلكية يمكن تفسيرها إذا افترضنا أن الأرض تدور حول محورها مرة كل يوم، وحول الشمس مرة كل عام بنفس السهولة التي تفسر بها إذا افترضنا العكس»[٧٤] .

- ومن الإنجازات الفلكية الأخرى أثبت الزرقالي لأول مرة في التاريخ الحضاري حركة الأوج الشمسي بالنسبة للنجوم وبلغت هذه الحركة بالثواني ١٢,٠٤ بينما الرقم الحقيقي ١١,٨[٧٥] .

- وحسب البتاني السنة المدارية، فوجدها ٣٦٥ يومًا وخمس ساعات و٤٦ دقيقة و٢٤ ثانية (والسنة في الحقيقة ٣٦٥ يومًا وخمس ساعات و٤٨ دقيقة و٤٧ ثانية)، والفرق ضئيل جدًا دقيقتان و٢٣ ثانية، وحساب البتاني أدق من حساب بطليموس الذي جعلها ٣٦٥ يومًا وخمس ساعات و٥٥ دقيقة و١٢ ثانية[٧٦] .

- ومن إنجازات الفلكيين المسلمين إشارتهم الى فكرة المدارات الاهليليجية (البيضوية)، فقد ورد أن إبراهيم بن يحيى النقاش المتوفى في حدود ٤٩٠ هجرية أشار إلى المدارات البيضوية، وتحدث جمشيد بن مسعود الكاشي المتوفى سنة ٨٤٩ هجرية عن اهليليجية القمر وعطارد، وكانت إشارتهم عابرة وليس كما فكر به الرياضي الفلكي كبلر في القرن السابع عشر[٧٧] .

- وتحدثوا عن الشهب وأسموها (الكواكب المنقضة) أو النجوم المنقضة، وسجلوا عددًا من المذنبات وكتبوا فيها رسائل صغيرة، وتحدثوا عن وقوع أحجار نيزكية في أكثر من مكان وكانت لهم آراء محدده فيها، ولا سيما آراء ابن سينا في شفائه، وآراء زكريا بن محمد القزويني في كتابه عجائب المخلوقات[٧٨] ، وهو كتاب مهم في هذا المجال.

هناك إنجازات فلكية كثيرة يطول سردها، فلا تكفي لها هذه المساحة المحدودة، ويمكن أن نذكر منها : قياس فلكيينا الأجرام السماوية بالأرقام، أحجامها، أبعادها، أقطارها، بطرق هندسية رياضية. أشاروا إلى الجاذبية الأرضية، عرفوا كلف الشمس، وعرفوا أن القمر يستمد ضوءه من الشمس. صنعوا عدداً كبيراً من الآلات الفلكية أو حسنوا ما كان معروفًا منها قبلهم، وقد مرت بنا فى فصل سابق. . وأموراً أخرى لا تكفيها هذه العجالة.

الفصل التاسع

علماؤنا يضعون مقدمات النظام الشمسى الحديث

لم يقتنع فلكيونا ومفكرونا بكل ما ورثوا من نظريات ومعلومات فلكية دون نقد أو تمحيص.

لم يأخذوا كل ما وصل إليهم من أسلافهم على علاته دون تغيير وتحوير مناسب ومعقول. كانوا بالمرصاد لكل خطأ أو احتمال خطأ.

وقد سار على هذا المنهج عدد كبير من مشاهير فلكيينا ومفكرينا مقتنعين أن الخطأ والزلل سمة من سمات البشر، فلا يمكن الاطمئنان بآراء السابقين اطمئنانًا مطلقًا، مهما كانت منزلتهم وشهرتهم. وفى كتاب (الشكوك على بطليموس) رفض ابن الهيثم حسن الظن بالعلماء فهم غير معصومين من الزلل والتقصير والخلل: قال: «إن حُسن الظن بالعلماء السابقين مغروس فى طبائع البشر وإنه كثيراً ما يقود الباحث إلى الضلال ويعوق قدرته على كشف مغالطاتهم وانطلاقه إلى معرفة الجديد من الحقائق، وما عصم الله العلماء من الزلل ولا حمى علمهم من التقصير والخلل، ولو كان كذلك لما اختلف العلماء فى شىء من العلوم ولا تفرقت آراؤهم فى شىء من حقائق الأمور»[٧٩].

وعلى هذا تصدوا بما امتلكوا من عقلية علمية ناقدة، تصدوا إلى الأخطاء الفلكية والفكرية التى نزلت إليهم من الأسلاف. وفى طليعة هؤلاء الأسلاف كان بطليموس القلوذى، فتعرض هذا الفلكى (المقدس) إلى النقد الشديد بل والتجريح، فأوردوا على نظريته الشهيرة (النظام الذى جعل الأرض مركزاً للكون) شكوكًا كثيرة، كانت المقدمات الأولى لسقوطها، والتمهيد لنظرية مركزية الشمس التى صاغها الفلكى كوبرنيكوس فى القرن السادس عشر الميلادى.

لقد امتلكت أفكار بطليموس الفلكية شهرة واسعة، فكان الفلك الأساسى هو الفلك البطلمى، لكنه مع ذلك حمل مع تلك الشهرة الكبيرة عدداً من الاشكالات والنواقص لم يستطع بطليموس نفسه، بما اقترح من ترميمات، من سدّها، وفى مقدمة تلك الترميمات اقتراحه لفلك جديد (أى دائرة تجرى على وفقها الكواكب) اسمه (الفلك المعدل للمسير)، وهو فلك يعدل مسير الكواكب فتبدو من خلاله وكأنها منسجمة مع مسيرها[٨٠].

لكن هذا الاقتراح لم يرق لعلماء الفلك والفلاسفة فى حضارتنا العربية الإسلامية، لأنه غير مقبول من الوجهة الفلسفية فشنوا على بطليموس هجومهم ونقودهم، ومن ثم تطور هذا الهجوم والنقد وسقطت نظرية بطليموس.

لقد خالف علماؤنا وفلكيونا بطليموس منذ البداية، فكثيراً ما عدل البتانى قياسات بطليموس الفلكية، وحدد فلك الشمس على وجه أكثر دقة من تحديد بطليموس. وراجع عبدالرحمن الصوفى جداول بطليموس ونقدها ووضع عليها الملاحظات اللازمة.

وتطورت تلك الملاحظات إلى شكوك ونقود صارمة، فكان الحسن بن الهيثم أول من نقد نظرية بطليموس الفلكية، فاعترض على فكرة (الفلك المعدل للمسير) حيث يقول: إنه فشل فى أن يفى بمتطلبات الحركة الدائرية المنتظمة، ومضى إلى درجة التصريح أن نماذج الكواكب التى وردت فى المجسطى غير صحيحة وغير معقولة[٨١].

ووضع جابر بن الأفلح الأندلسى توفى ٥٤٠ هـ كتابًا فى علم الفلك تحت عنوان (إصلاح المجسطى) وضع فيه آراء بطليموس هدفًا للنقد والتجريح.

وثار فلكى أندلسى آخر هو نور الدين البطروجى (عاش فى سنة ٦٠٠هـ) على التعقيد الوارد فى دوران المدار البعيد من المركز والدائرة التى وسطها على محيط دائرة أكبر منها، حول مراكز صغيرة متحركة بذاتها فعرض طريقة سدل عليها ستار من النسيان العميق مع أنها تنطوى على ميل مبارك إلى التحرر من نظريات الأقدمين المختلفة[٨٢].

وشن الفيلسوف الأندلسى محمد بن رشد (توفى ٥٩٥ هـ) حملة شعواء على بطليموس وأفكاره يقول إن علم الفلك فى أيامنا هذه (ويقصد فلك بطليموس) لا يعبر عن الحقيقة لكنه ينسجم مع الحسابات فقط وليس ما هو قائم بالفعل[٨٣].

لكن النقود الأكثر أهمية فى تاريخ علم الفلك كله هى الحملات الشعواء التى شنها الطوسى وجماعته فى مدرسة مراغة على أفكار بطليموس فى القرن السابع الهجرى، والحملة الشعواء الأخرى التى شنها من بعد، ابن الشاطر الدمشقى فى القرن الثامن الهجرى. وقد اقترح نصير الدين الطوسى وجماعته وابن الشاطر اقتراحات جديدة حلو بها كثيراً من الإشكالات والصعوبات الواردة على النظام البطلمى القديم. وبذا كانت هذه المجموعة من الفلكيين (الثوريين) الممهدة الحقيقية للنظرية الفلكية الجديدة (نظرية مركزية الشمس).

لقد كان فلكيونا ومفكرونا ثورة حقيقية على الفلك القديم، ثورة اقضّت مضجع النظرية البطلمية، حتى أزالتها من الساحة نهائيًا، لكن ينبغى ألا نفهم أن آراء فلكيينا ومفكرينا كانت آراء علمية تجريبية رصدية فى هذا المجال، الظروف العلمية والمرحلة الحضارية والتطور المحدود، هذه الأمور لم تكن كافية لأن تتحول تلك الأفكار العقلية الفلسفية إلى ثورة حقيقية كانت دوافعهم النقدية (فى خصوص هذه المسألة) عقلية فلسفية فى الدرجة الأولى، حيث تعارضت فكرة معدل المسير، بشكل خاص، مع أفكار الفلاسفة المستندة إلى الأسس العقلية.

على أى حال تلك الأفكار وغيرها مما ذكرها فلكيون ومفكرون آخرون، كانت مقدمات أو بدايات نبهت العقول إلى أن فى نظام بطليموس نقاط ضعف كثيرة، وأن النظرية التى لا تنسجم مع الطبيعة والواقع لا يمكن أن تثبت مهما وضعت لها من ترميمات وترتيبات.

الواقع صارم لا يقبل الشكليات الهشة، لا بد من نظام جديد ينسجم والواقع.

من هنا التقط الغربيون هذه المقدمات الذكية، هذه النقود العتيدة، وطوّروها، وأخيراً صاغوها، وقدموها على شكل نظام كونى جديد ينسجم والواقع.

فالشمس فى المركز، وباقى الكواكب السيارة تدور حولها، مدارات دائرية، ومن ثم جاء كبلر ليقول إن المدارات اهليليجية بيضوية، وبذا تكامل النظام وبقى إلى اليوم لأنه مع الواقع ومع الطبيعة.

الفصل العاشر

فلكيون عالميون أنجبتهم الحضارة العربية الإسلامية

فى هذا الفصل وددت أن أشير إلى أن الحلقة التى وقعت بين الفلك القديم، والفلك الحديث، وهى حلقة الفلك العربى الإسلامى، كانت عالمية.

ولكى أختصر طريق البرهان على عالمية هذا الفلك ذكرت أشهر الفلكيين فى الحضارة العربية الإسلامية. وهم خير شهود وأدلة على عالمية هذا الفلك، فهم عالميون بكل معنى الكلمة، وبشهادة علماء وباحثين مشهود لهم بالمعرفة والبحث.

والفلكيون العالميون فى حضارتنا العربية الإسلامية كثيرون لكننا سنقتصر على عشرة منهم كنماذج عالمية:

١ - البتانى

أبو عبد الله محمد بن جابر بن سنان الحرانى الرقي الصابئ المعروف بالبتانى، نسبة إلى بتان، وهى قرية بين نهرى دجلة والفرات، ولد قبل سنة ٢٤٤ هـ وتوفى سنة ٣١٧ هجرية، كان عالمًا فلكيًا راصدًا فذًا اشتهر عند الأوربيين باسم (Albategni) أو (Albatenius). ذكره صاعد الأندلسى بقوله: «أحد المهرة برصد الكواكب.. ولا أعلم أحدًا فى الإسلام بلغ مبلغه فى تصحيح أرصاد الكواكب وامتحان حركاتها»[٨٤]. ووصفه كارلو نالينو بأنه من أكبر علماء الفلك[٨٥]. وذكر ادوارد فانديك فى حقه: «وفاق كل من سبقه من علماء الهيئة بعد بطليموس الاسكندرانى المتقدم ذكره. قال فيه الفلكى لالاند الفرنساوى إنه من العشرين عالمًا الذين اشتهروا بعلم الهيئة وقال العلامة هالى: البتانى هو علامة عصره وعجيب التدقيق ومجرب فى الرصد»[٨٦].

اشتغل البتانى برصد الكواكب، وباشر الرصد من سنة ٢٦٤ إلى سنة ٣٠٦ هجرية، وكان يرصد فى مدينة الرقة وأنطاكية ورحل مع بعض أهل الرقة إلى بغداد، ومات من عودته منها عند قصر الجص الذي لا يبعد كثيرًا عن نهر دجله.

حدد البتانى بدقة عجيبة ميل الدائرة الكسوفية، وطول السنة المدارية، والفصول والمدار الحقيقي والمتوسط للشمس وصحح جملة من حركات القمر والكواكب السيارة، واستنبط نظرية جديدة تشف عن شيء كثير من الحذق وسعة الحيلة لبيان الأحوال التى يرى بها القمر

عند ولادته. وضبط تقدير بطليموس لحركة المبادرة الاعتدالية. وله أرصاد جليلة للكسوف والخسوف اعتمد عليها دنثورن سنة ١٧٤٩ فى تحديد تسارع القمر فى حركته خلال قرن من الزمان [٨٧] وله أعمال فلكية أخرى.

من مؤلفات البتانى :

١ - الزيج الصابى، وهو أهم مؤلفاته جمع فيه أرصاداً كثيرة، ويذكر أنه أصح من زيج بطليموس[٨٨] وهو مطبوع باللغة العربية بتحقيق المستشرق نالينو سنة ١٨٩٩ فى روما.

٢ - معرفة مطالع البروج فيما بين أرباع الفلك.

٣ - شرح المقالات الأربع لبطليموس.

٤ - رسالة في تحقيق أقدار الاتصالات.

٢ - الصوفى

أبو الحسين عبد الرحمن بن عمر بن سهل الصوفى الرازى ولد فى مدينة الرى جنوب شرقى طهران سنة ٢٩١ هجرية وتوفى سنة ٣٧٦هجرية.

كان الصوفى عالمًا فلكيًا شهيراً، اتصل بعضد الدولة البويهى وكان منجمه الخاص. برع بشكل خاص فى معرفة صور الكواكب السماوية، فألف كتابًا شهيراً فى هذا المجال اسمه (صور الكواكب الثمانية والأربعين) وفى هذا الكتاب وصف كامل ومفصل لكوكبات السماء (الشمالية والجنوبية والتى فى البروج)، وقد بين فيه أماكن النجوم، محل كل نجم بمفرده وموقعه فى الترتيب العام للكوكبات الثمانية والأربعين.

والصوفى أول من لاحظ تغير ألوان النجوم وتغير مراتبها الفلكية وحركة هذه النجوم الصحيحة تمامًا وزمن الكواكب المتغيرة الطويل، وسديم الاندروميدا (المرأة المسلسلة). ورصد آلافًا من النجوم، وصور كثيراً من الكوكبات، وقدر أحجام كثير من النجوم وأكد أن عدد النجوم الثوابت أكثر بكثير من الرقم المتداول المعروف (١٠٢٥ نجمًا)، ففى كتابه (صور الكواكب) جاء: «إن كثيراً من الناس قد ظنوا أن كواكب السماء كلها على الإطلاق التى تسمى ثابتة ألف وخمسة وعشرون كوكبًا وفي ذلك غلط بيِّن، وإنما رصد الأوائل هذا القدر من الكواكب ورتبوها ست مراتب فى العظم فجعلوا أعظمها فى القدر الأول والذى دونها فى العظم فى القدر الثانى والذى دون ذلك فى القدر الثالث حتى انتهوا إلى القدر السادس ثم وجدوا ما دون القدر السادس فى العظيم من الكواكب أكثر مما يقع عليه الإحصاء فتركوه»[٨٩].

لقد درس علماء الغرب نظريات الصوفى وقارنوا بينها وبين نظريات بطليموس، فوجدوا أن آراء الصوفى أكثر دقة، فكان هذا العالم بحق نقطة تحول مهمة، من عصر بطليموس إلى عصره. وقد وصفه المستشرق الإيطالى الدوميلى بأنه من أعظم الفلكيين العرب الذين لهم سلسلة دقيقة من الملاحظات(٩٠). أما أهم كتبه فكما ذكرنا من قبل. فهو (صور الكواكب الثمانية والأربعين). حيث كان مرجعًا مهمًا للدراسات اللاحقة وقد ترجم إلى الأسبانية فى عهد الملك الفونسو العاشر (العالم) بعنوان (كتب المعرفة الفلكية) وتركت هذه الترجمة تأثيراً قويًا فى أسماء النجوم ومصطلحاتها المستعملة فى اللغات الأوربية الحديثة(٩١). والكتاب مطبوع ومتداول، ومن كتبه الأخرى: العمل بالاسطرلاب وهو مطبوع أيضًا فى الهند. وله مطارح الشعاعات وغيرها.

٣ - البوزجانى

أبو الوفاء محمد بن محمد بن يحيى بن إسماعيل بن العباس البوزجانى ولد فى مدينة بوزجان احدى أعمال خراسان سنة ٣٢٨هـ، ورحل عام ٣٤٨ إلى بغداد وعاش فيها إلى سنة ٣٨٨هـ حيث كانت سنة وفاته.

والبوزجانى رياضي وفلكى من الدرجة الأولى، له فضل كبير على الرياضيات والفلك معًا بما أبدع من آراء جديدة. قال فيه ابن خلكان «الحاسب المشهور أحد الأئمة المشاهير فى علم الهندسة وله فيها استخراجات غريبة لم يسبق لها»(٩٢). ويصفه ادوارد فانديك «أعظم أهل الهيئة فى زمن زهو العلوم عند العرب»(٩٣). ويقول سوتر ترجع أهمية أبى الوفاء إلى أنه ساهم فى تقدم علم حساب المثلثات، ففى حساب المثلثات الكرية استعاض عن المثلث القائم الزاوية من الرباعى التام بنظرية منيلوس مستعينًا فى ذلك بما يسمى قاعدة المقادير الأربعة(٩٤).

وفى بغداد قضى أبو الوفاء البوزجانى حياته بالتأليف والرصد حيث كان أحد أعضاء المرصد الذى أنشأه شرف الدولة فى سراية عام ٣٧٧ هجرية.

أجرى البوزجانى عمليات رصد استهدفت تحديد ميل فلك البروج، وقام بقياس خط العرض لمدينة بغداد، ورصد الانقلاب الخريفى فى بغداد إضافة إلى عمليات رصد أخرى أدت إلى تحديد فترات الفصول السنوية(٩٥).

واستنادًا إلى كاراديفو فإن أبا الوفاء استخدم فى رصد قام به فى عام ٩٩٨م ربعية تبلغ ٢١ قدمًا، أو ٢١ قدمًا و٨ انشات على وجه التحديد(٩٦). وله إبداعات أخرى.

أما أهم مؤلفاته :

١ - المجسطى سماه متأثرا بمجسطى بطليموس الشهير، وقد فتح كتاب أبى الوفاء - على حدّ تعبير ادوارد فانديك، باب التقدم العظيم الذي حصل فى العلوم الفلكية فى الشرق[٩٧] .

٢ - الكامل : وهو ثلاث مقالات وقد يكون عين كتاب المجسطى[٩٨] .

٣ - كتاب الزيج الشامل .

٤ - معرفة الدائرة من الفلك .

٥ - كتاب تفسير كتاب الخوارزمى فى الجبر والمقابلة .

٤ - ابن يونس الصدفى

أبو الحسن على بن أبى سعيد عبد الرحمن بن أحمد بن يونس بن عبد الأعلى الصدفى المصرى المنجم. كان أبوه أبو سعيد عبد الرحمن بن أحمد المشهور أيضًا بابن يونس مؤرخًا ومحدثًا، ولا نعرف سنة ولادته، لكننا نعرف أنه توفى فى القاهرة سنة ٣٩٩ هجرية .

وابن يونس عالم فلكى رياضي برع فى عدد من العلوم الأخرى، يقول ابن خلكان : «كان مختصًا بعلم النجوم متصرفًا فى سائر العلوم بارعًا فى الشعر وعلى إصلاحه لزيج يحيى بن منصور تعويل أهل مصر فى تقويم الكواكب»[٩٩] .

وصفه سوتر بأنه أعظم علماء الفلك من العرب بعد البتانى وأبى الوفاء[١٠٠] ، وعده جورج سارطون من فحول علماء القرن الحادي عشر الميلادى[١٠١] .

ولابن يونس جهود فلكية وعلمية مهمة، منها رصده لخسوف القمر وكسوف الشمس، وحسب عددًا من القرانات القديمة والحديثة واستنتج منها تزايد حركة القمر وميل أوج الشمس. ويذكر أيضًا أنه اخترع الرقاص واستعمله فى الساعات الدقاقة[١٠٢] .

وأهم مؤلفات ابن يونس :

١ - (الزيج الكبير الحاكمى) بدأه حوالي سنة ٣٨٠ هجرية بأمر العزيز الفاطمى وأتمّه قبل وفاته بقليل فى عهد الحاكم ولد العزيز. وفيه جمع أرصاد الفلكيين القدماء وأرصاده هو وكان غرضه أن يتحقق من صحة أرصاد الذين تقدموه وأقوالهم فى الثوابت الفلكية ويكمل ما فاتهم[١٠٣] .

ومن مؤلفات ابن يونس الأخرى . .

٢ – التعديل المحكم وهو زيج لتقويم الشمس والقمر.
٣ – جداول أرصاد رصدها فى الشمس والقمر.

٥ – ابن الهيثم

أبو على الحسن بن الحسن بن الهيثم، وعرف عند الأوربيين فى العصور الوسطى بالهازن (Alhazen)، وهى تسمية غربية كما هو واضح، ولد الرجل فى البصرة سنة ٣٥٤هجرية ونشأ فيها ثم عمل كاتبًا لبعض ولاتها، لكن آثر الانقطاع إلى التزود بالعلم والتأليف . وتوفى فى القاهرة سنة ٤٣٠ هجرية . والحسن بن الهيثم عالم عالمى بكل معنى الكلمة، فكان فيزيائيًا رياضيًا فلكيًا، لُقب بـ(بطليموس الثانى) . لكن أشهر ما اشتهر به هو إبداعاته فى البصريات (علم الضوء)، حيث أودع فى كتابه الشهير (المناظر) أروع النظريات فى علم الضوء، مستخدمًا منهجًا علميًا استقرائيًا عقليًا رائعًا، ويتحدث سوتر عن هذا الكتاب فيقول : «وكان لكتاب المناظر أثر بالغ فى معارف الغربيين لهذا العلم فى العصور الوسطى، من روجر بيكون حتى كبلر»[(١٠٤)] .

ووصفه ابن أبى أصيبعة بقوله : وكان فاضل النفس قوى الذكاء متفننًا فى العلوم، لم يماثله أحد من أهل زمانه فى العلم الرياضي ولا يقرب منه»[(١٠٥)] . كانت شهرة ابن الهيثم فى البصريات (علم الضوء) فى الدرجة الأولى – كما قلنا – لكنه إلى جانب ذلك كان عالمًا فلكيًا مرموقًا له ابداعاته الخاصة المتميزة، فكان أول ناقد لنظرية بطليموس الفلكية المقدسة (فى مسألة الفلك المعدل للمسير) كما مرت بنا فى فصل سابق.

ومن خلال عبقريته العلمية فى علم الضوء أدرك ابن الهيثم علميًا «أن كل كوكب إذا كان على سمت الرأس فإن البصر يدرك مقداره أصغر من مقداره الذى يدركه به من جميع نواحى السماء التى يتحرك عليها ذلك الكوكب، وكلما كان (الكوكب) أبعد عن سمت الرأس كان ما يدركه البصر من مقداره أعظم من مقداره الذى يدركه وهو أقرب إلى سمت الرأس. وأن أعظم ما يدرك البصر من مقدار الكوكب هو إذا كان الكوكب على الأفق[(١٠٦)] .

أما كتب ابن الهيثم فهى كثيرة جداً منها :

١ – المناظر : وهو أشهر كتاب فيزيائى عن الضوء فى القرون الإسلامية الوسطى، ترجم ونشر، وطبع فى الكويت بتحقيق الدكتور عبد الحميد صبرة سنة ١٩٨٣ .
٢ – تهذيب المجسطى.

٣ - الشكوك على بطليموس .
٤ - هيئة العالم .

٦ - البيرونى

أبو الريحان محمد بن أحمد البيرونى الخوارزمى، ولد فى بيروت وهى مدينة فى السند، وقيل فى قرية خارج خوارزم، ولقد سنة ٣٦٢ هجرية، وتوفى فى مدينة غزنة الواقعة على الحدود بين خراسان والهند، وعاش فى فترة ثقافية خصبة عاصر اثنين من العظماء ابن الهيثم وابن سينا .

والبيرونى عالم فلكى من الطراز الأول، ويمكن عده من أعظم علماء الفلك فى حضارتنا العربية الإسلامية، وإضافة إلى ذلك، كان الرجل متعدد الجوانب والمواهب، خاض أغلب علوم عصره، خاض الطبيعيات والرياضيات والتاريخ والجغرافية وغيرها من العلوم المعروفة آنذاك .

قال عنه ياقوت الحموى «لم يأت الزمان بمثله علمًا وفهمًا»[١٠٧] . وقال ابن العبرى «وبالجملة لم يكن فى زمانه وبعده أحذق منه فى علم الفلك ولا أعرف بدقيقه وجليله»[١٠٨] .

أما المستشرق الألمانى المعاصر ادوارد سخاو فقال فى حقه كلمة كبيرة جداً حيث وصفه «أكبر عقلية ظهرت فى التاريخ»[١٠٩] وهى عبارة خطيرة اكتسحت الجميع .

أما إبداعات البيرونى فأكثر من أن تحصى .

فمن جانب كان البيرونى رائداً كبيراً من رواد المنهج العلمى الاستقرائى الصحيح . ومن جانب آخر ساهم الرجل مساهمات فلكية جمة نعد منها : إيمانه الكامل والقاطع بكروية الأرض، وإقامة البراهين اللازمة الكافية على هذه الكروية كما مر بنا فى فصل سابق وعدم إصراره على سكون الأرض . فاحتمل أن تكون الأرض هى التى تدور حول نفسها بدلاً من الاعتقاد السائد، بدوران السماء حول الأرض كما مر بنا أيضًا .

وأشار البيرونى إلى الجاذبية الأرضية دون وصفها فى قانون علمى قال : «حول وسط العالم إلى تقعير الأثير الذى هو نهايته الأدنى إلينا يتحرك ثقيلها إلى المركز وخفيفها عن المركز والناس فى الأرض متصبوا القامات على استقامة أقطار الكرة وعليها أيضًا نزول الأثقال إلى السفل يرون السماء فوقهم كقبة لا زوردية لا يحسون منها أينما كانوا إلا ما يقارب نصف الكرة بالقدر»[١١٠]

وللبيرونى إبداعات أخرى . . ومؤلفات البيرونى كثيرة جدًا أوصلها البعض إلى ١٩٠ مؤلفًا نذكر منها :

١ – القانون المسعودى فى الهيئة والنجوم : فى ثلاثة أجزاء وهو أشهر كتاب فلكى فى حضارتنا العربية الإسلامية ، جمع أبواب الفلك كلها ، طبع فى الهند سنة ١٩٥٤ .

٢ – التفهيم لأوائل صناعة التنجيم .

٣ – مقاليد علم الهيئة .

٤ – تحقيق ما للهند من مقولة مقبولة فى العقل أو مرذولة .

٥ – استيعاب الوجوه الممكنة فى صنعة الاسطرلاب .

٧ – الزرقالى

أو ولد الزرقيال ، أو ابن الزرقالة ، والمعروف فى العالم الغربى باسم ازارقيل (Azarquiel) وهو أبو إسحق إبراهيم بن يحيى التجيبى النقاش . عالم فلكى أندلسى شهير جدًا من أهل طليطلة ، ولد حوالى سنة ٤٢٠ هجرية وتوفى فى قرطبة في حدود سنة ٤٩٠ هجرية . ويتحدث صاعد الأندلسى عن الأندلس وعلمائها فيقول : «وأعلمهم بحركات النجوم وهيئة الأفلاك أبو إسحق إبراهيم بن يحيى النقاش المعروف (بولد الزرقيال) فإنه أبصر أهل زماننا بأرصاد الكواكب وهيئة الأفلاك وحساب حركاتها وأعلمهم بعلم الأزياج واستنباط الآلات النجومية» [١١١] . وقال عنه ابن الآبار «كان واحد عصره فى علم العدد والرصد وعلل الأزياج ، ولم تأت الأندلس بمثله من حين فتحها المسلمون إلى وقتنا هذا» [١١٢] . وقال ول ديورانت : إن الزرقالى من الأسماء العالمية نقل عنه كوبرنيكوس [١١٣] .

أكثر رصده كان فى طليطلة أيام المأمون ذى النون ثم انتقل إلى قرطبة حيث توفى فيها كما ذكرنا . وكان إضافة إلى كونه عالمًا فلكيًا راصدًا ، كان صانع أدوات ومخترعًا ، أدخل تحسينات على الاسطرلاب ، وكتب كتابًا اسمه الصفيحة الزيجية ، بين فيه استعمال الاسطرلاب على طريقة جديدة حيث كان الرجل بارعًا فى استعمال الآلات الفلكية .

استطاع الزرقالى أن يثبت لأول مرة فى التاريخ الفلكى الطويل حركة الأوج الشمسى بالنسبة للنجوم وكان أول من جاء بدليل على أن حركة (ميل) أوج الشمس بالنسبة إلى النجوم (الثوابت) تبلغ بالثوانى ١٢,٠٤ ، بينما الرقم الحقيقى ١١,٨ [١١٤] .

لقد ضاعت الأصول العربية لمعظم كتبه وبقيت فى ترجماتها اللاتينية . ومن كتبه الباقية :

١ – العمل بالصفيحة الزيجية .

٢ – كتاب فى الفلك اسمه (التدبير) .

٣ – المدخل إلى علم النجوم .

٤ – رسالة فى طريقة استخدام الصفيحة المشتركة لجميع العروض .

٨ – نصير الدين الطوسى

أبو جعفر محمد بن محمد الطوسى ، وقد اشتهر بالنصير أو نصير الدين . ولد سنة ٥٩٧ هجرية في مدينة طوس من بلاد فارس ، وتوفى فى بغداد سنة ٦٧٢ هجرية ودفن في الكاظمية إحدى توابع بغداد .

عاش معظم حياته فى إيران ، وأسس مرصداً فلكيًا ومجمعًا علميًا فى مدينة مراغة .

والطوسى عالم فلكى رياضى وفيلسوف ، تعددت اهتماماته العلمية . وصفه صلاح الدين الصفدى بقوله : «الفيلسوف صاحب علوم الرياضية والرصد ، كان رأسًا فى علم الأوائل لاسيما فى الأرصاد والمجسطى فإنه فاق الكبار»[١١٥] .

وقال فى حقه جورج سارطون «إن الطوسى من أعظم علماء الإسلام ومن أكبر رياضييهم»[١١٦] .

وأشهر أعمال الطوسى الفلكية ، إنشاؤه المجمع العلمى الثقافى الكبير فى مدينة مراغة ، حيث اجتمع فيه عدد كبير من العلماء من مختلف الجنسيات ومختلف التخصصات ، وهو مكون من مرصد ضخم ومعهد ملحق به للدراسة والمناظرة ، ومكتبة ضخمة احتوت أربعمائة ألف كتاب ، ومن ثم جمع الطوسى خلاصة أرصاد المرصد وملاحظاته فى زيج شهير اسمه (الزيج الايلخاني) . وقد مرّ بنا فى فصل سابق .

والعمل العلمى المهم الآخر ، هو الأفكار الفلكية الجديدة التى أبدعها الطوسى ، والتى وردت فى كتابه الشهير (التذكرة النصيرية) حول حركات بعض الكواكب السيارة ، وفيها خالف نظرية بطليموس . وكانت هذه المحاولة نقطة مهمة ضمن محاولات علماء مرصد مراغة ، ومن ثم محاولات ابن الشاطر ، لتكون قاعدة متينة لثورة كوبرنيكوس على الفلك القديم .

ومن إنجازات الطوسى الأخرى بحوثه الفريدة فى القبة السماوية وحساب المثلثات الكروية والقطاع الكروى وتعيين ترنح الاعتدالين، وغيرها من البحوث الفلكية.

وللطوسى مؤلفات كثيرة جداً وصلت إلى ١٨٠ مؤلفًا ورسالة نذكر منها:

١ - التذكرة النصيرية (أو التذكرة فى الهيئة) وهو كتاب مختصر جامع لمسائل علم الفلك وبعض دلائله، وقد نال الكتاب عناية العلماء لما فيه من اقتراحات جديدة، والكتاب مطبوع طبعة حجرية.

٢ - تحرير المجسطى.

٣ - الزيج الايلخانى.

٤ - عشرون بابًا في معرفة الاسطرلاب.

٥ - ترجمة صور الكواكب.

٩ - ابن الشاطر

أبو الحسن علاء الدين على بن إبراهيم بن محمد بن الهمام بن محمد بن إبراهيم بن حسان الأنصارى الدمشقى المعروف بابن الشاطر. ولد فى دمشق سنة ٧٠٤ هجرية، وتوفى فيها سنة ٧٧٧ هجرية. عرف بالمطعم الفلكى لاشتغاله بتطعيم العاج فى صغره. وكان ذا ثروة. رحل إلى مصر والإسكندرية، ثم رجع. كان رئيس المؤذنين فى الجامع الأموى بدمشق.

وابن الشاطر، عالم فلكى قدير ومبتكر، وفى نفس الوقت عالم بالهندسة والحساب. قال الصفدى المعاصر له فى حقه: «فريد الزمان المحقق المتقن البارع الرضى أعجوبة الدهر»[١١٧]. وقال ابن إياس الحنفى فى بدائع الزهور «علامة فى علم الهيئة وعلم الحساب والهندسة وكان أوحد زمانه فى هذا الفن»[١١٨]. ووصفه فكتور روبرتس بقوله «ابن الشاطر ذو الطريقة الكوبرنيكية قبل عصر كوبرنيكوس»[١١٩]. أما الباحثان الدكتور ادوارد كنيدى والدكتور عماد غانم فقد وصفاه بأنه: «الشخصية الفذة»[١٢٠] وفى آخر مقالتهما عنه قالا: «إن ابن الشاطر هذا العالم العربي الذى اكتسب هذه التسمية من ابن عم ابيه الذى تولى أمره جدير أن يحمل هذا الاسم فى أثر ما ابتكره من آلات مَهَرَ فى وضعها على أتم وجه لتكون من جملة المآثر الحضارية العظيمة التى قدمتها هذه الأمة إلى العلم والعالم»[١٢١].

وحسب دراسة الباحثين المذكورين كنيدى وغانم تجلّت عبقرية ابن الشاطر فى مجالين رئيسيين:

الأول : فى تطويره الآلات الفلكية، فقد صنع الكثير من الآلات الفلكية والميقاتية والحسابية ولازال عدد منها فى متاحف سورية والعالم. و من آلاته الشهيرة الاسطرلاب العجيب الذى شاهده الصفدى ووقعت مذهولاً أمامه، يقول : «ورأيت هذا الاسطرلاب فانشأ لى طربًا ووجد لى فى المعارف إربًا وقلت : إن من تقدمه من الأفاضل عند جبل علمه هباء، ولو رآه اقليدس فى تحريره وضبطه»(١٢٢) . ومن آلاته الأخرى (الربع التام لمواقيت الإسلام) ومنها : (صندوق اليواقيت)، ومنها (البسيط) وهو من الأوضاع الغريبة المشهورة، وهناك آلات أخرى.

والمجال الثانى لنشاطات ابن الشاطر العلمية هو نظريته المبتكرة حول حركة الكواكب وهو المجال الأهم، وقد بنى نظريته الجديدة على ما ورث من أفكار فلكية ثورية ابتدأ بها ابن الهيثم وانتهت إلى مدرسة مراغة، فابتكر هيئة جديدة تخلص فيها من الحيل الطارئة الناشزة التى اقترحها بطليموس (كالأفلاك المعدلة للمسير) و(نظام الاختلاف المركزى للدوائر)، وبهذا مهد عمليًا لنظرية كوبر نيكوس الثورية، وقد مر بنا ذلك فى فصل سابق.

ولابن الشاطر مؤلفات عديدة وصلت إلى اثنين وثلاثين مؤلفًا، ومن مؤلفاته ما ضاع، وهنا نذكر بعضًا منها:

١ - تعليق الأرصاد.

٢ - نهاية السؤل فى تصحيح الأصول.

٣ - الزيج الجديد.

٤ - رسالة فى الربع التام لمواقيت الإسلام.

٥ - نزهة السامع فى العمل بالربع الجامع.

٦ - رسالة الاسطرلاب(١٢٣) .

١٠ - الوغ بلك

محم بن طور غاى بن شاه رخ. ولد فى مدينة سلطانية سنة ٧٩٦ هجرية، وتوفى سنة ٨٥٣ هجرية. تولى أمر ما وراء النهر، وكانت العاصمة سمرقند.

كان هذا الملك فلكيًا رياضيًا وله مشاركة فى العلم والأدب والفن، شيد مرصداً فى سمرقند عام ٨٣٢ وكان يعد فى زمانه أحد عجائب الدنيا(١٢٤) اجتمع فى هذا المرصد عدد

من كبار الفلكيين، منهم صلاح الدين (اليهودى الأصل) وقاضى زاده الرومى، وابن ميرم جلبى، وغياث الدين جمشيد، ومعين الدين القاشانى، ويعد سيديو أعمال الوغ بك وجماعته امتداداً لأعمال مدرسة بغداد الفلكية التى تأسست زمن المأمون العباسى، يقول لويس سيديو: «فأكب (يقصد الوغ بك) بميله الغريزى. على علم الفلك تحت رعاية أبيه، فكان يشرف بنفسه على الرصد فأوجب وضع زيج جديد عدّ تكملة لأعمال مدرسة بغداد، فخلد به اسمه وود الوغ بك أن تكون تصميمات هذا الزيج صحيحة فلم يدخر وسعًا فى الحصول على أصلح الآلات، فكان علو ربع الدائرة الذي استعمله في حساب ارتفاع القطب بسمرقند يعدل علو كنيسة أيا صوفيا فى القسطنطينية أى ما يعدل مائة وثمانين قدمًا»[١٢٥]. إضافة إلى ذلك استنبط آلات فلكية جديدة قوية جدًا ساعدت على بحوثه وأرصاده.

وفى مرصده عكف هو وجماعته على تصحيح الأرصاد اليونانية ولما وجد الوغ بك كثرة الاختلاف والتفاوت فيها بدأ بأرصاد جديدة استمرت من سنة ٨٢٧ إلى سنة ٨٣٩ هجرية ثم أخرج منها زيجًا شاملاً (زيج ألوغ بك) حسبت فيه مواقع النجوم بالدرجات وبدقائق الدرجات (بغير ثوان) ولكن بدقة بالغة، فكان في هذا الزيج طرق عملية لحسبان الخسوف والكسوف، وجداول للنجوم الثابتة ولحركات الشمس والقمر والكواكب (السيارة) ولخطوط الطول والعرض للمدن الكبيرة فى العالم[١٢٦].

وأهم ما خلف الوغ بك هى جداوله الفلكية المجموعة فى زيج الوغ بك).
وهناك فلكيون عالميون آخرون لا مجال لذكرهم هنا[١٢٧].

هوامش الباب الثانى

(١) اوين جنكريتش : علم الفلك الإسلامى : مجلة العلوم الأمريكية (الترجمة العربية) المجلد الأول، العدد الأول ١٩٨٦ الكويت ص ١٧ .

(٢) غوستاف لوبون: حضارة العرب : ترجمة عادل زعيتر ، نشر عيسى البابى الحلبى وشركاه، مصدر ١٩٦٤ ص ٤٥٩ .

(٣) طبقات الأمم ص ٥١ .

(٤) راجع فى هذا الصدد كتاب الفلك عند العرب لعبد الرحيم بدر (فصل : الآثار الباقية)، مؤسسة مصرى، طرابلس لبنان ١٩٨٦ ص ٨٢ - ١٠١ .

(٥) أبو الريحان البيرونى: الآثار الباقية عن القرون الخالية، نشر ادوارد سخاو سنة ١٩٢٣ ص ٣٣٦ .

(٦) ابن قتيبة الدينورى: الأنواء، تحقيق شارل بيلا ورفيقه: دائرة المعارف العثمانية الهند ١٣٧٥ هـ ص ١٦، ٨٥ (ذكر المنازل مع هيئاتها) .

(٧) يس : ٣٩ .

(٨) البروج : ١ .

(٩) عمرو بن بحر الجاحظ : البيان والتبيين تحقيق فوزى عطوى : مكتبة الطلاب وشركة الكتاب اللبنانى، بيروت سنة ١٩٦٨ ج ١ ص ١٦٣ .

(١٠) علم الفلك تاريخه عند العرب: نالينو ص ١٠٨ - ١٠٩ .

(١١) الدكتور جواد على : المفصل فى تاريخ العرب قبل الإسلام، دار العلم للملايين بيروت ١٩٦٨ ج ٨ ص ٤٣٣ .

(١٢) الحيوان للجاحظ ج ٦ ص ٣١ .

(١٣) الأنواء ص ٦ .

(١٤) طبقات الأمم ص ٥٤ .

(١٥) الفهرست ص ٤٩٧ .

(١٦) أخبار العلماء باخبار الحكماء للقفطى ص ٢٨٦ .

(١٧) علم الفلك نالينو ص ١٤٣ .

(١٨) ابن العبرى، تاريخ مختصر الدول، محقق بدون اسم المحقق وبلا تاريخ الشر ص ١٢٥ .

(١٩) تاريخ التمدن الإسلامى جرجى زيدان ج ٣ ص ٢١٠ .

(٢٠) الفهرست ص ٣٧٤ .

(٢١) علم الفلك نالينو ص ١٥٠ .

(٢٢) طبقات الأمم ص ٥٧ .

(٢٣) إسماعيل بن كثير : البداية والنهاية، نشر مكتبة المعارف، بيروت سنة ١٩٨٥ ج ١٠ ص ٢٧٥ .

(٢٤) أحمد بن أبى أصيبعة، عيون الأنباء في طبقات الأطباء، شرح وتحقيق د. نزار رضا، نشر دار مكتبة الحياة، بيروت ١٩٦٥ ص ٢٦٠ .

(٢٥) اشتهرت خزانة الحكمة فى زمن المأمون ونسبت إليه . لكن ورد أيضًا إنها كانت زمن الرشيد، حيث ذكر أن علان الشعوبى كان ينسخ فى بيت الحكمة للرشيد (ص ١٥٤ الفهرست) وورد أيضًا أن أبا سهل بن نوبخت كان فى خزانة الحكمة لهارون الرشيد (ص ٣٨٢ الفهرست) . وراجع فى بيت الحكمة كتابنا : مكانة الفلك والتنجيم ص ١٦٩ .

(٢٦) الفهرست لابن النديم ص ٣٧٤ .
(٢٧) لويس سيديو : تاريخ العرب العام، ترجمة عادل زعيتر، عيسى البابي الحلبي مصر ١٩٦٩ ص ٣٣٩ .
(٢٨) طبقات الأمم ص ٦٣ .
(٢٩) الدوميلي : العلم عند العرب وأثره في تطور العلم العالمي، ترجمة الدكتور عبد الحليم النجار والدكتور محمد يوسف موسى، نشر دار القلم : القاهرة ١٩٦٢ ص ١٦٧ .
(٣٠) طبقات الأمم ص ٥٧ .
(٣١) أخبار العلماء بأخبار الحكماء ص ١٤١ .
(٣٢) نفس المرجع ص ١١٧ .
(٣٣) نفس المرجع ص ٢٣٤ .
(٣٤) طبقات الأمم ص ٦٤ .
(٣٥) مجلة العلوم الأمريكية المجلد الأول العدد الأول ص ٨ .
(٣٦) معهد التراث العلمي العربي (جامعة حلب) أبحاث الندوة العالمية الأولى لتاريخ العلوم عند العرب الجزء الأول (الأبحاث باللغة العربية) سنة ١٩٧٧ ص ٤٧ - ٤٨ .
(٣٧) البقرة : ١٧٠ .
(٣٨) طه : ١١٤ .
(٣٩) الزمر : ٩ .
(٤٠) سورة ق : ٦ .
(٤١) آل عمران : ١٩٠-١٩١ .
(٤٢) النازعات : ٢٧ .
(٤٣) أبو عبد الله البتاني، الزيج الصابي اعتناء وتصحيح كارلو نالينو روما ١٨٩٩ ص ٦-٧ .
(٤٤) الغاشية : ١٧-٢٠ .
(٤٥) الحشر : ٢
(٤٦) الحسن بن الهيثم : كتاب المناظر، تحقيق الدكتور عبد الحميد صبرة، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، السلسلة التراثية رقم (٤) الكويت سنة ١٩٨٣ ص ٦٢ .
(٤٧) أبو الريحان البيروني، في تحقيق ما للهند في مقولة مقبولة في العقل أو مرذولة : الهند سنة ١٩٥٨ ص ١ .
(٤٨) حاج خليفة : كشف الظنون، دار الفكر ١٩٨٢ عن طبعة استانبول، ج ١ ص ٩٠٥ .
(٤٩) الرصد أو المرصد بمعنى واحد هنا .
(٥٠) كشف الظنون ج ١ ص ٩٠٧ - ٩٠٨ والجدير بالذكر أن الدكتور صابيلي نفى في كتابه القيم «المراصد الفلكية» وجود (مرصد الحاكم بالمقطم) راجع بن يونس ص ٢١ وما بعدها .
(٥١) شمس العرب تسطع على الغرب لزيجريد هونكه ص ١٢٢ .
(٥٢) عباس العزاوي ، تاريخ علم الفلك في العراق وعلاقته بالأقطار الإسلامية العربية، المجمع العلمي العراقي سنة ١٩٥٨ ص ٣٨-٣٩ .
(٥٣) محمد بن شاكر الكتبي، فوات الوفيات والذيل عليها، تحقيق الدكتور إحسان عباس، دار صادر بيروت ج ٣ ص ٢٤٧ .
(٥٤) البداية والنهاية لابن كثير ج ١٣ ص ٢٦٨ .
(٥٥) صلاح الدين الصفدي، الوافي بالوفيات اعتناء هلموت ريتر دار النشر فرانز شتاينر، المانيا سنة ١٩٦٢ ج ١ ص ١٨٢ .
(٥٦) كشف الظنون ج ١ ص ١٤٦ .

(٥٧) أبو عبد الله محمد الخوارزمى الكاتب، مفاتيح العلوم، نشرفان فلوتن لبدن ١٨٩٥ ص ٢٣٢ .
(٥٨) كشف الظنون ج ١ ص ١٠٦ .
(٥٩) الفهرست ص ٣٧٤ .
(٦٠) نفس المرجع ص ٣٨١ .
(٦١) كنوز علم الفلك : إصدار المتحف الوطنى الألمانى فى مدينة نورنبيرغ سنة ١٩٨٣ (بثلاث لغات) ص ٣٠ .
(٦٢) عبد الرحمن الصوفى العمل بالاسطرلاب، الهند سنة ١٩٦٢ ص ١-٣ .
(٦٣) كشف الظنون ج ١ ص ١٤٦ - ١٤٧ .
(٦٤) دائرة المعارف الإسلامية لجماعة من المستشرقين (الترجمة العربية) إصدار أحمد الشنتناوى وآخرين دار المعرفة بيروت ج ٢ ص ١١٤ - ١١٨ .
(٦٥) مفاتيح العلوم ص ٢٣٥ .
(٦٦) كشف الظنون ج ١ ص ١٤٦ .
(٦٧) نفس المرجع ج ١ ص ١٤٦ - ١٤٧ .
(٦٨) افراد المقال فى أمر الظلال، ضمن رسائل البيرونى، الهند ١٩٤٨ ص ٢٩ .
(٦٩) علم الفلك نالينو ص ٢٨٩ .
(٧٠) نفس المرجع ص ٢٨٩ .
(٧١) ابن خلكان، وفيات الأعيان وأنباء أبناء الزمان : تحقيق الدكتور إحسان عباس دار صادر بيروت سنة ١٩٧٨ ج ٥ ص ١٦٢ - ١٦٣ .
(٧٢) علم الفلك نالينو ص ٢٥١ .
(٧٣) نفس المرجع ص ٢٥١ .
(٧٤) قصة الحضارة ج ١٣ ص ١٨٦ .
(٧٥) عبد الأمير المؤمن، التراث الفلكى عند العرب والمسلمين معهد التراث العلمى العربى جامعة حلب ١٩٩٢ ص ١٥٥ .
(٧٦) دائرة المعارف الإسلامية ج ١٣ ص ٣٧٤
(٧٧) للتفصيل راجع بحثنا «المدارات البيضوية نموذج للوعى الفلكى فى الحضارة العربية الإسلامية» المجلة الثقافية، الجامعة الأردنية، عمان، العدد ٣٩ سنة ١٩٩٦ .
(٧٨) زكريا القزوينى، عجائب المخلوقات وغرائب الموجودات، دار إحياء التراث العربى بيروت ١٩٨٩ ص ١٠ و ٦٨ .
(٧٩) الحسن بن الهيثم، الشكوك على بطليموس تحقيق د. عبد الحميد صبرة ود. نبيل الشهابى، دار الكتب مصر ١٩٧١ ص ٣ .
(٨٠) تبدو الكواكب السيارة ظاهريًا، تارة سائرة وتارة واقفة وتارة متراجعة .
(٨١) مجلة العلوم الأمريكية المجلد الأول العدد الأول ص ١٨ .
(٨٢) تاريخ العرب العام، ص ٣٥١ .
(٨٣) مجلة العلوم المجلد الأول العدد الأول ص ١٨ .
(٨٤) طبقات الأمم ص ٦٤-٦٥ .
(٨٥) دائرة المعارف الإسلامية ج ٣ ص ٣٣٧ .
(٨٦) ادوارد فانديك، اكتفاء القنوع بما هو مطبوع، قم، الطبعة الثانية سنة ١٤٠٩ أوفست ص ٢٤٣ .
(٨٧) دائرة المعارف الإسلامية ج ٣ ص ٣٣٨ .
(٨٨) اكتفاء القنوع ص ٢٤٤ .

(٨٩) عبدالرحمن الصوفى، صور الكواكب الثمانية والأربعين، دار الآفاق الجديدة بيروت سنة ١٩٨١ ص ١٩ .
(٩٠) العلم عند العرب وأثره فى تطور العلم العالمى، الدوميلى ص ٢١٣ .
(٩١) شاخت وبوزورث، تراث الإسلام، ترجمة د. حسين مؤنس، د. إحسان صدقى الحمد، مراجعة د. فؤاد زكريا سلسلة عالم المعرفة (١٢) إصدار المجلس الوطنى للثقافة والفنون الآداب: الكويت ديسمبر سنة ١٩٧٨ القسم الثالث ص ١٨٣ .
(٩٢) وفيات الأعيان ج ٥ ص ١٦٧ .
(٩٣) اكتفاء القنوع ص ٢٤٤ .
(٩٤) دائرة المعارف الإسلامية ج ١ ص ٤٢١ .
(٩٥) د. أيدين صاييلى، المراصد الفلكية فى العالم الإسلامى، ترجمة د. عبد الله العمر، مؤسسة الكويت للتقدم العلمى، الكويت ١٩٩٥ ص ١٨٣ .
(٩٦) نفس المرجع ص ١٨٤ .
(٩٧) اكتفاء القنوع ص ٢٤٤ .
(٩٨) دائرة المعارف الإسلامية ج ١ ص ٤٢١ .
(٩٩) وفيات الأعيان، ج ٣ ص ٤٣٠ .
(١٠٠) دائرة المعارف الإسلامية ج ١ ص ٣٠٤ .
(١٠١) قدرى حافظ طوقان: العلوم عند العرب، دار اقرأ للنشر والتوزيع بدون مكان وزمان الطبع ص ١٥١ .
(١٠٢) نفس المرجع ص ١٥٠ .
(١٠٣) دائرة المعارف الإسلامية ج ١ ص ٣٠٥ .
(١٠٤) نفس المرجع ج ٣ ص ٢٩٨ .
(١٠٥) ابن أبى أصيبعة، عيون الأنباء فى طبقات الأطباء، شرح وتحقيق د. نزار رضا، دار مكتبة الحياة بيروت ١٩٦٥ ص ٥٥٠ .
(١٠٦) تاريخ العلوم عند العرب، ص ٣٩٨ - ٣٩٩ .
(١٠٧) ياقوت الحموى، معجم الأدباء، مراجعة وزارة المعارف العمومية، نشر مرجليوث، مطبوعات دار المأمون، مصر ج ١٧ ص ١٨٦ .
(١٠٨) ابن العبرى، تاريخ مختصر الدول ص ١٨٦ .
(١٠٩) أبحاث الندوة العالمية الأولى لتاريخ العلوم عند العرب ص ٢٥١ .
(١١٠) أبو الريحان البيرونى، القانون المسعودى، الهند سنة ١٩٥٤ ج ١ ص ٢٢ .
(١١١) طبقات الأمم ص ٨٦ .
(١١٢) خير الدين الزركلى، الاعلام، دار العلم للملايين بيروت سنة ١٩٨٤ ج ١ ص ٧٩ .
(١١٣) قصة الحضارة ج ١٣ ص ٣٠٨ .
(١١٤) تاريخ العلوم عند العرب ص ١٧٢ .
(١١٥) الوافى بالوفيات ج ١ ص ١٧٩ .
(١١٦) العلوم عند العرب ص ٢٢٥ .
(١١٧) الدكتور ا. س كنيدى والدكتور عماد غانم، ابن الشاطر، فلكى عربى من القرن الثامن الهجرى، معهد التراث العلمى العربى جامعة حلب سنة ١٩٧٦ ص ١٢ .
(١١٨) محمد ابن اياس الحنفى، بدائع الزهور فى وقائع الدهور، تحقيق محمد مصطفى الهيئة المصرية العامة للكتاب القاهرة ١٩٨٣، الجزء الأول القسم الثانى ص ١٦١ .

(١١٩) محمود الصغيرى، قضايا فى التراث العلمى العربى : منشورات اتحاد الكتاب العرب : دمشق ١٩٨١ ص ١١٧ .

(١٢٠) ابن الشاطر ص ٩ .

(١٢١) نفس المرجع ص ٢٥ .

(١٢٢) نفس المرجع ص ١٢ .

(١٢٣) نفس المرجع ص ٢٢ - ٢٣ .

(١٢٤) دائرة المعارف الإسلامية ج ٢ ص ٥١٤ .

(١٢٥) تاريخ العرب العام ص ٣٥٨.

(١٢٦) تاريخ العلوم عند العرب، ص ١٧٥ .

(١٢٧) راجع كتابنا، التراث الفلكى، الفصل الحادى عشر «فلكيون فى القمة» ص ١٩٥ .

الباب الثالث
الفلك فى العصر الحديث

الفصل الأول
الفلك ينتقل إلى أوروبا

فى الحديث عن علم الفلك فى العصر الحديث ، لابد من العودة - ولو بشكل سريع - إلى فترة الازدهار الحضارى العربى الإسلامى، الفترة التى امتدت من القرن الثامن الميلادي وحتى القرن الخامس عشر . فهى أساس متين للتطورات العلمية الحضارية اللاحقة لنرى من خلال هذا الازدهار الحضارى، الصورة الحضارية المضادة التى سادت أوروبا فى نفس الفترة، فالمقارنة - ولو بشكل مجمل - بين الحضارة العربية الإسلامية فى الشرق والحضارة المسيحية فى الغرب، فى فترة زمنية واحدة، ستقرب لنا صورة الوضع العلمى بشكل عام والوضع الفلكى بشكل خاص، لأوروبا المسيحية قبل النهضة العلمية الأخيرة .

فى هذه القرون الإسلامية الطويلة (التى سماها الغرب القرون الوسطى) بلغت حضارتنا قمة المجد وقمة القمة، ففيها قدمت أروع الإنجازات الحضارية وفى مجال العلوم بلغ الطب والهندسة والكيمياء والفلك والرياضة الذروة، حيث استحقت أن تكون الأولى فى العالم، وإن توصف بالعالمية، وهو وصف ليس كبيراً بحقها، ولسنا هنا فى صدد الحديث عن هذه الحضارة، فلها مظانها الكثيرة[١] لكننا نذكر من تلك الأوصاف الكثيرة قولاً واحداً لمفكر معاصر مرموق، نذكر ما قاله روجيه جارودى، يقول : «فإذا رفضنا أوروبا بأنها سرة العالم، ونظرنا إلى التطور الإنسانى ككل، وجب أن نعترف بأن الحقيقة الممتدة من القرن السابع إلى القرن الرابع عشر لم تكن خلاء بل تفتحت فيها إحدى ألمع الحضارات فى التاريخ (الحضارة العربية الإسلامية)[٢] . وفى هذه الفترة، أى بين أوائل القرن التاسع الميلادى، وحتى القرن الخامس عشر زها بالشرق العربى الإسلامى والمغرب العربى الإسلامى أعظم عصر للفلك، كان عصره الذهبى بحق وجدارة .

ابتدأ بمراصد المأمون فى بغداد والشام، والقياس الميدانى العلمى الرائع لمحيط الأرض، والإنجازات الفلكية العريضة التى حققها البتانى والصوفى والبوزجانى والبيرونى والطوسى وابن الشاطر وغيرهم، وانتهى بآخر نشاط فلكى قام به الوغ بك حاكم سمرقند، صاحب الآلات الفلكية المبتكرة والجداول الفلكية المهمة، ويمكن عد الوغ بك – كما يقول غوستاف لوبون – الذى لا يفصله عن كبلر سوى قرن ونصف القرن، آخر ممثل لمدرسة بغداد الفلكية (زمن المأمون) أى أداة وصل بين القدماء والمتأخرين لما قام به من الأعمال المهمة[٣] .

فى هذه الفترة استخدمت حضارتنا المنهج العلمى الاستقرائى، والآلات الفلكية العلمية اللازمة، سابقة بذلك، المنهج العلمى الحديث الذى جاء به روجر بيكون وفرنسيس بيكون بعد ذلك، وقد مر بنا الحديث عن الفلك العربى الإسلامى فى الباب الثالث فنكتفى ولا نزيد.

وفى مقابل هذه الفترة العربية الإسلامية العملاقة، سادت فترة أوروبية مسيحية خاملة، لم تقدم شيئًا للإنسانية، بل حاربت كل مظاهر الإبداع والتطور بقيادة حشد كبير من الآباء المسيحيين المنحرفين، تزمتوا بفرض تعاليم كنسية محرفة لم يسمحوا بمناقشتها، أو الشك فيها، فآراؤهم حول الكون جاءت فى خلال نصوص دينية محرفة مزيجة مع أفكار من بطليموس وغيره مما لا تعارض التعاليم الدينية، فلا نقاش ولا اعتراض والقول ما قال الآباء ورجال الدين.

لقد نظر رجال الدين إلى السماء وأجرام السماء وظواهر السماء، لكن نظرتهم كانت نظرة الجاهل تمامًا بحقائقها، نظرتهم كانت نظرة التقى الذى ما أن يفكر فى أجسام الفلك حتى تراه يسبح بحمد الله ويشكره على حسن صنيعه وكفى، فلا تفكير ولا إمعان نظر، إضافة إلى ذلك كانوا غارقين فى اختلافات وهمية حول طبيعة الأجرام السماوية، فمنهم من قطع أن تلك الأجرام إنما هى كائنات حية ولكل منها روح خاصة به، وقال آخرون إنها موطن الملائكة وبيوتهم، وذهبت طائفة ثالثة أن النجوم كائنات روحية تسيرها الملائكة كيفما تشاء وهكذا، وكانت تعاليم الدين عندهم تؤكد أن السماء قبة صلبة تحيط بالأرض، وأن الأجسام السماوية مصابيح معلقة فى السماء[٤] .

وقد نامت أوروبا على هذه الأوهام وما شاكلها حوالى ألف عام، النصف الأول لهذه الفترة فى عصر الآباء منذ القرن الخامس حتى العاشر، تعرضت خلال ذلك العهد لظلام

الجهل والتخلف، والنصف الثانى فى عصر المدرسيين، حاولت فيه أوروبا أن تبدد الظلام الذى استولى عليها طيلة ذلك الزمن، وجاهر مؤرخو الفكر بأن أوروبا حتى العصر المدرسى ولا سيما بين عامى ١٠٠٠ و١٣٠٠م كانت بيئة غير صالحة لنشأة العلم، فالعلوم لا تنشأ فى أرض تنتشر فيها الأمية ويشيع فيها السحر والخرافة(٥).

ويتحدث ول ديورانت عن الأوضاع التى سبقت ثورة كوبرنيكوس الفلكية فيقول: «وظل مناخ مشبط من الإيمان بالمستور يحدق بعلماء الغد ويشوش أذهانهم بل يهدد سلامة عقولهم كما حدث لكاردن وباراسيلسوس. فالسحر والكيمياء القديمة من مصر والفيثاغورية والأفلاطونية الجديدة الصوفيتان من اليونان، والقبلانية من اليهود، كلها حيرت مئات العقول المتلمسة طريقها، وغزت القصص الأسطورية وقصص المعجزات كتابة التاريخ الرسمى، وروى الرحالة حكايات عن تنانين تنفث اللهب وفقراء يتسلقون الجبال، وكاد يفسر كل حدث شاذ فى الحياة العامة أو الخاصة بأنه ليس إلا تدبيراً من الله أو الشيطان لإنذار الإنسان أوتهذيبه لفتنته أو لتدميره، وآمن الكثيرون بأن المذنبات والنيازك إن هى إلا كرات من النار يقذف بها إله غاضب»(٦).

ويطول الحديث عن الأوضاع العامة فى القرون الوسطى، فنكتفى بهذا القدر القليل، فهو كاف لإلقاء نظرة مجملة على طبيعة تلك العصور. فلا يعنينا التوسع فى هذا المجال، مجالنا، هو النهضة العلمية، والنهضة الفلكية بشكل خاص.

وهذه النهضة لم تكن دون سبب، دون خميرة يقوم البناء فوقها، وليس هناك من خميرة أو عناصر بناء اساسية فى الساحة العالمية فى طولها وعرضها غير الإنجازات السامية للحضارة العربية الإسلامية، أرقى حضارة فى العالم، وبقية باقية من الحضارة اليونانية، حفظتها اللغة العربية فى أغلب الأحيان.

فأوروبا - كما يقول بدوى - أقفرت أو كادت من العلم اليونانى وانحصرت بضاعتها العلمية فى متون جافة عقيمة، هى تلك التى وضعها (مارشيانو كابلا) الذي عاش فى شمال إفريقيا فى عهد الوندال فى القرن الخامس، أو التى وضعها (بوتيوس) فى القرن السادس فى إيطاليا فى عهد القوط الشرقيين، أو تلك التى كتبها القديس (ايسيدو) الذى عاش فى أسبانيا فى القرن السابع على عهد القوط الغربيين، وأخيراً فى القرن الثامن ما كتبه (بيد) الموقر الذى عاش فى بريطانيا. وهذه المتون كانت مجرد خلاصات شاحبة لآثار ضئيلة من العلم اليونانى، فبقيت الدراسة فى أوروبا تافهة كل التفاهة، محصورة فى فئة

نادرة من الرهبان. وما كان يمكن هذه الدراسة أن تغير مجراها إلا إذا أمدها مصدر خصب جديد[٧].

فكانت العلوم التى أفرزتها الحضارة العربية الإسلامية، وكانت الترجمات العربية للعلوم اليونانية نفسها، كانت هذه المصادر هى الأسس الرئيسية لتطور العلم الأوروبى الحديث. ولاشك أن الدرجة الأولى كانت للعلم العربى الإسلامى، حيث ترجم الأوربيون كل علومنا وإبداعاتنا التى كانت نقاطًا لامعة لا تستطيع العين التغاضى عنها. بل لم يكن غيرها ما يشابهها، يقول بلسر: لا يكاد يوجد شىء من جهود المسلمين فى ميدان العلوم لم يتأثر به الغرب بطريق أو بآخر[٨].

وكانت أولى الترجمات هى الكتب الطبية والفلكية، ولاشك أن الغاية من هذه البداية كانت مصلحية نفعية. ففى الكتب الطبية والفلكية مادة علمية دسمة نسجوا من عناصرها وأسرارها بناءهم العلمى الحضارى الحديث.

لقد انكبوا على الترجمة، وكانت حركتها أشبه بالحركة التى كانت زمن المأمون، وكانت الإنجازات الفلكية العربية الإسلامية فى مقدمة ما تسارع الأوروبيون إلى ترجمتها، فهى مادة هائلة ملأت تاريخ العصور الوسطى، وأنست ما عداها من مادة فلكية أخرى، وانتشرت فى مختلف المناطق العربية والإسلامية فى المشرق والمغرب ولاسيما بلاد الأندلس وصقلية وجنوب إيطاليا، حيث انتقل علم الفلك والتنجيم من العواصم والمدن الشرقية عن طريق المخطوطات إلى تلك المدن المتاخمة لأوروبا، وكانت تلك المدن تعج بالمكتبات الضخمة، ففى دار الكتب التى أنشأها الحاكم بن الناصر فى قرطبة كان عدد الكتب مائتى ألف مجلد، وقيل ٤٠٠ ألف مجلد، وكانت فهارسها تستغرق أربعًا وأربعين كراسة كل منها خمسون ورقة ليس فيها إلا عناوين الكتب[٩].

أما طليطلة المدينة الأندلسية المهمة الأخرى فقد امتازت بمكتباتها الضخمة، حيث انتقلت إليها آلاف المجلدات من الشرق[١٠]. وتوافرت المكتبات المليئة بالكتب العربية فى كل المناطق التى وصلت إليها الحضارة الإسلامية، فكانت الكتب تنتقل من المشرق العربى الإسلامى إلى المغرب العربى الإسلامى.

من هنا انتشرت الثقافة العلمية والفلكية فى المناطق المتاخمة لأوروبا، عن طريق الكتب القادمة من الشرق وعن طريق الإنجازات التى أنتجتها عقول العرب والمسلمين فى الأندلس وغيرها من المناطق الغربية.

فكانت بلاد الأندلس وصقلية وجنوب إيطاليا هى نقط التماس الأولى فى عملية انتقال الثقافة العلمية والفلكية إلى أوروبا، ومن ثم جاءت الحروب الصليبية كعامل آخر لانتقال العلوم إلى أوروبا.

لقد كانت تلك النقاط الجغرافية نقاطًا لامعة، جذبت أنظار العلماء والواعين من الأوربيين باتجاهها، فهى المدن الأقرب إلى أوروبا الجائعة لبناء نهضة جديدة لم يمتلك تاريخها من عناصرها شيئًا، لقد كان الاتصال بها سهلاً لمجاورتها للأوروبيين فتوافدوا إليها، لاكتساب أكبر كمية من العلم، لترجمة التراث العلمى الضخم الذى حظيت به تلك المناطق.

ففى صقلية التى دانت للحضارة العربية الإسلامية من سنة ١٢٠ واستمرت ٢٧٢ سنة، تمت إحدى عمليتى الإخصاب الرئيسيتين بين الفكر العربى الإسلامى والعقل الأوروبى، وخاصة زمن ملوك النورمان، الذين اشتهر منهم (روجار الثانى) المتوفى سنة ١١٥٧ ميلادية، وفردريك الثانى الذى توفى سنة ١٢٥٠م حيث تأثروا بالثقافة العربية الإسلامية إلى حد بعيد. فشجعوا على نقل العلم العربى واليونانى إلى اللغة اللاتينية، وفى عهد جيوم الأول بن روجار الثانى ترجم (الزيكو ارستبو) هو والأميرال (يوجنيو دى بالرمه) كتاب المجسطى لبطليموس من العربية إلى اللاتينية سنة ١١٦٠، وترجم (يوجنيو) أيضًا كتاب المناظر لبطليموس من العربية أيضًا. . ومن اليونانية ترجم (الزيكو ارستبو) كتاب الآثار العلوية لأرسطو(١١).

وفى بلاد الأندلس حيث انتشار الثقافة العربية الإسلامية أوسع وتوافر المادة العلمية والفلكية، كانت حركة نقل العلوم أكبر وأوسع وأطول عهدا، فكانت الأوروبيون يحجون إليها ليتلقوا العلم على يد علمائها ولينقلوا ما عندهم إلى اللغة اللاتينية ليأخذ طريقه إلى بلادهم.

فكانت قرطبة على حد تعبير يوهانس فيلارز - كالقرص الدوار الذي تنبعث منه نبضات وذبذبات بعيدة المدى أثرت تأثيرًا مباشرًا على أوروبا المسيحية(١٢)، وكان من أوائل من اهتم بتراثنا فى الأندلس هو جيربيريت أو البابا سلفستر الثانى فيما بعد، حيث درس العلوم الطبيعية فى برشلونة وقرطبة واشبيلية وطاف فى أوروبا فكان له أثرٌ كبيرٌ فى تسرب العلم إلى الغرب(١٣).

أما فى طليطلة الأندلسية فقد بلغ التلاقح الفكرى أوجه، حيث كانت هذه المدينة مركزًا

علميًا مهمًا نشطًا للترجمة، توافد إليها الأوروبيون من كل مكان. وفي عهد ملكها الفونس العاشر (الحكيم) العالم الفلكي الذي حكم بين ١٢٥٢ - ١٢٨٤ ميلادية بلغت الحركة العلمية والترجمة ذروتها، فقد قام هذا العالم بمساعدة خمسين عالمًا من المسلمين والمسيحيين واليهود بحساب جداول الكواكب (التي تدعى الجداول الفونسية أيضًا) وإتمامها في عام ١٢٥٢ ميلادية[١٤] .

ولقد كان عدد الكتب الفلكية المترجمة من بلاد الأندلس كبيرًا جدًا، فترجم (بدور الفونسو) ١٠٦٢ - ١١١٠م المعروف بموسى سغردى الذى عنى بالعلوم الفلكية، ترجم أقسامًا من جداول الخوارزمى والمجريطى، وترجم جيرار الكريمونى مع آخرين فى العلوم الفلكية الأزياج الطليطلية للزرقالى، والمجسطى لبطليموس، وجوامع علم النجوم للفرغانى[١٥] .

وتُرجم فى عهد الفونسو العاشر كتاب صور الكواكب لعبد الرحمن الصوفى إلى الأسبانية بعنوان (كتب المعرفة الفلكية)، وقد تركت هذه الترجمة تأثيرًا قويًا فى أسماء النجوم ومصطلحاتها المستعملة فى اللغات الأوروبية الحديثة[١٦] .

وبأمر من الفونسو العاشر نفسه ترجم أشمل كتاب فى التنجيم وهو (البارع فى أحكام النجوم) لعلى بن أبى الرجال[١٧] .

وترجمت كتب فلكية علمية وتنجيمية أخرى كثيرة منها: هيئة العالم لابن الهيثم، والهيئة لابن افلح، والمقالات الأربع لبطليموس، والمدخل الكبير لأبى معشر البلخى، وكتب أخرى فى الاسطرلاب وفى الأزياج وغيرها يطول تعدادها.

لقد كانت حركة علمية شاملة انتقل بفضلها العلم العربى الإسلامى وبقايا العلم اليونانى إلى أوروبا. عرف الأوروبيون قيمة هذا العلم فأخذوا خلاصات ابداعاتنا، وكانت حافزًا مهمًا للسير قدمًا فى بناء علمى ضخم. وتلت فترة الأخذ فترة التطبيق التجريبى، ثم جاءت فترة البحوث المستقلة.

لقد وقف ازدهار الفلك فى الحضارة العربية الإسلامية فى القرن الخامس عشر، لكنه لم ينته حقًا، لقد انتقلت عناصره الحية إلى أوروبا، حيث كانت إحدى الأركان الكبرى لبناء النهضة الفلكية الحديثة وقيام الثورة الكوبرنيكية فى القرن السادس عشر.

لقد وجد علمنا الفكلى قناة جديدة سار فيها بما ملك من قوة ذاتية ليظهر بمظهر جديد، ليكون مادة أساسية داخلة فى صلب علم الفلك الحديث. لقد تلاقفه العلماء والفلكيون ليبنوا فوقه بناءهم الشامخ.

من هنا، ويعد أن توافرت المادة الفلكية الأولية بأيدى الأوربيين من تراث فلكى عربى إسلامى، وتراث فلكى يونانى حفظته اللغة العربية وما صاحب هذه الفترة من وعى علمى نتيجة عدد من العوامل، بدأت تلك الأوليات تأتى أكلها، بدأت تختمر فى عقول العلماء والواعين، لكنها بقيت ثورة كامنة تنتظر من يفجرها. وفى القرن الخامس عشر حدث تحسن تدريجى فى التقويمات الفلكية (الجداول التى تحتوى على تقويم للأيام، والتى تقدم معلومات فلكية خاصة بمراكز الشمس والقمر والكواكب التى حسبت على أساس نظام بطليموس) ولكن لم يحدث مطلقًا قبل القرن السادس عشر التخلى عن نظام بطليموس، فقد انحصرت مهمة الفلكيين على حساب الجداول، أما النظام الذي قامت عليه هذه الجداول فكان أمرًا مسلمًا به[١٨]. وأقصى ما بلغ التطور فى القرن الخامس عشر، كان على يد جماعة من الفلكيين فى نور مبرغ، يقف فى طليعتهم فلكيان ألمانيان هما (بويرباخ) و(ريجيو مونتانوس). ألف الأول كتاب (التأملات الجديدة فى الكواكب) وقد صدر عام ١٤٧٢ فى نورنبرغ، أثبت فيه أن الفلك البطليموسى كان متغلغلاً تمامًا فى الفكر الغربى[١٩].

أما الثانى (ريجيومونتا نوس) الملقب بأبى الفلك الأوروبى الحديث فقد ألف وطبع كتابًا فلكيًا بعنوان (حول حساب النجوم)، وفيه تعديل للجداول الألفونسية التى كانت تساعد بين ١٤٧٥م و١٥٠٦م على إعطاء لمحة سريعة عن أوضاع النجوم والكواكب السيارة والقمر بدون إجراء حسابات معقدة، ولقد اجتهد ريجيومونتانوس فى النصف الأول من حياته العلمية بجمع ونقد ونشر مخطوطات العلماء الكلاسيكية الفلكية وقام في النصف الثانى من عمره بإجراء الرصد بنفسه بعد أن أجرى تعديلات على وسائل الرصد السماوية.

ويذكر أن بعض تصريحات ريجيومونتانوس تدل على أنه غير واثق من نظرية المركز الكونى لبطليموس، وكان يعتقد أن الشمس هى المركز، وتوفى ريجيومونتانوس سنة ١٤٧٦م[٢٠].

لقد حمل هذا القرن (القرن الخامس عشر) إرهاصات واضحة سبقت ثورة كوبرنيكوس الفلكية فقد وصل فلكيو هذا القرن إلى نتيجة أن النظام البطليموسى لم يكن يمثل مشاهدات على درجة كافية من الدقة، وأنه كان مضطرًا بصفة خاصة إلى اللجوء إلى تعقيدات متشابكة، وبدت الحاجة واضحة لإصلاح جذرى، ولكن الفلكيين كانوا عاجزين عن القيام به.

الفصل الثانى

كوبرنيكوس (يُنَحِّى الأرض عن مركز الكون)

الفلكى الشهير كوبرنيكوس نقطة تحول حاسمة فى تاريخ علم الفلك كله. بل نقطة تحول فى التاريخ الحضارى الإنسانى بأكمله.

كان عالمًا فلكيًا ثائرًا على الفلك القديم، وكانت ثورته منعطفًا تاريخيًا مهمًا، فصل بين عصرين، عصر ما قبل كوبرنيكوس وعصر ما بعد كوبرنيكوس. وكانت ثورة فى مجال الفلك بالدرجة الأولى، لكنها إلى جانب ذلك كانت ثورة فكرية تحدت الأفكار الفلسفية والعلمية التى كانت سائدة فى زمنه، فشقت سبيلها فى طريق صعب شائك وسط رجال الكنيسة المتزمتين الجامدين على مخلفات من أفكار دينية محرفة، ونمت وتطورت فصارت الهيكل الأساسى لهذا البناء الفلكى الشامخ فى الوقت الراهن.

إنها ثورة زحزحت الإنسان عن مكانه المقدس، المكان الذي تصوره فى قلب الكون، وقذفته نقطة صغيرة متواضعة خارج مركز الكون، فلم تعد الأرض مركزًا لكل الكون، ولم يعد (أشرف المخلوقات) فى قلب هذا المركز بالضرورة. لم يعد هذا الأمر فى حسابات كوبرنيكوس علميًا، إنه من صنع الأهواء والعواطف، إنه أمر بعيد عن الحقيقة العلمية، اختلقه رجال بعيدون عن العلم وأهل العلم، إرضاء لنزواتهم وأفكارهم الدينية المحرفة.

ولم تنطلق ثورة علمية بهذا الحجم من العدم، لم تنطلق منقطعة عن الماضى، لم تكن طفرة علمية قفزت إلى ذهن كوبرنيكوس دون سوابق. كانت هذه الثورة نهاية سلسلة طويلة من المعاناة امتدت قرونًا طويلة.

وإذا أردنا بداية تلك القرون، فيمكن الرجوع إلى القرن السادس قبل الميلاد، لنتذكر ما قاله فيثاغورس وجماعته حول حركة الأرض ودورانها حول نار مركزية، ولنتذكر أيضًا ما قاله ارسطارخوس الساموسى فى القرن الثالث قبل الميلاد، صاحب النظام المركزي للشمس ودوران الأرض حول الشمس ودورانها حول نفسها، وقد تحدثنا عنهم فى الباب الأول.

وإذا أردنا ذكر الخلفيات الأقرب إلى كوبرنيكوس، فلا بد من المرور على ابن الهيثم فى القرن الخامس الهجرى، أول من أبدى ملاحظات وشكوكًا على بطليموس (صاحب

النظام الأرضى المقدس)، والمرور أيضًا على الفلكيين والمفكرين العرب والمسلمين فى المشرق والمغرب، لنصل إلى تعديلات واقتراحات نصير الدين الطوسى وجماعته فى مراغة وابن الشاطر الدمشقي فى الشام فى القرنين السابع والثامن الهجريين، وقد مرّوا بنا فى الباب الثانى.

كل تلك الخلفيات اليونانية والعربية الإسلامية لم ينكرها كوبرنيكوس وإنما درسها واستفاد منها واستخلص عناصر مهمة لبناء نظريته الجديدة يقول كوبرنيكوس: «لقد بذلت كل جهدى لأقرأ من جديد جميع كتب الفلاسفة التى تمكنت من الحصول عليها، وذلك لكى أتأكد أن أحدًا منهم قال بوجود حركات أخرى للأجسام السماوية غير التى افترض وجودها أولئك الذين يعلّمون العلوم الرياضية فى المدارس. فوجدت أولاً أن شيشرون يذكر بأن هيكناس من سرقسطه اعتقد أن الأرض تدور. ووجدت بعدئذ فى بلو تارخ ما يشير إلى أن آخرين أخذوا بهذا الرأى.. فأخذت ذلك نقطة ابتداء لى وشرعت فى التفكير عن حركة الأرض، ومع أن الفكرة بدت باطلة لى، إلا أنه لما ذهب الآخرون ممن سبقونى إلى افتراض وجود بعض الدوائر من أجل تفسير حركات النجوم، فقد اعتقدت أنه يحق لى أن أجرب ما إذا كان افتراض حركة ما للأرض لا يعطى تفسيرات أفضل لحركات الأفلاك السماوية، وهكذا بعد أن افترضت وجود حركات نسبتها فيما سيأتى من هذا الكتاب، إلى الأرض وجدت أخيرًا بعد البحث الدقيق أنه عندما تربط حركات الكواكب الأخري بدورة الأرض، وعندما تحسب على هذا الأساس حركة كل نجم من النجوم، فإن الظواهر الفلكية لا تستتبع عن ذلك فحسب، بل أن نظام النجوم وأحجامها وكراتها والسماء ذاتها، تتصل كلها بعضها ببعض، بحيث لا يمكن لأى شىء أن يبدل مكانه دون أن تحدث فوضى فى الكون بكامله»[٢١].

لقد قرأ كوبرنيكوس المخلفات التى ورثها من الفلكيين الأقدمين، ولم يقتنع بالنظرية الفلكية القديمة، وبكثير من الأفكار الفلكية الأخرى، كما لم يقتنع أساتذته الأقربون بكثير من الأفكار الفلكية السابقة، كصديقه وأستاذه المباشر (دو منيكودى نوفارا) وأستاذ استاذه (ريجيومونتانوس) وبقية فلكيى نورمبرغ.

لكن ما فكر به هؤلاء لم يفض إلى شىء مهم، إلى تغيير فى التقليد الفلكى القديم، فى حين وعى كوبرنيكوس جيدًا مخلفات القدماء وبقيت نقاطها الحساسة تعتمل فى نفسه، مكونة ذلك الانفجار الكبير.

لقد عارض هذا الفلكى الثائر كثيراً من المسلمات معارضة قاسية، ووجد تناقضًا فى مذاهب الثقات منهم وتعقيداً بالغًا فى النظريات فنفر من نظام بطليموس الكونى المعقد وآمن إيمانًا شديداً ببساطة الكون وانسجامه، وكان يعنى ذلك بالنسبة إليه أن ظواهر الكون الكثيرة تعتمد من خلال نظام مترابط واحد على قليل من البديهيات الهندسية، فالطبيعة على حد ما ذهب إليه، تدرك غايتها فى غير الفلك بأبسط الطرق دون لف ودوران[٢٢] .

هذه الثورية الجذرية هى التى ميزت كوبرنيكوس عن سابقيه الأقربين، وهى التى دفعته لأن يقترح نظامًا علميًا جديداً مضاداً تمامًا للنظام التقليدى (كون بطليموس) وهذا ماعجز عنه السابقون القريبون .

لقد نجح هذا الفلكى الثائر فى بناء هيكل النظرية الشمسية الضخمة لتتكامل على يد فلكيين أفذاذ بعده، سنأتى على ذكرهم فى فصول لاحقة .

وكوبرنيكوس عالم فلكى قدير، عاش فى قلب النهضة العلمية، ولد سنة ١٤٧٣م فى مدينة تورن على نهر فستولا فى بروسيا الغربية، من أسرة بروسية غنية، اشتغل أبوه بتجارة النحاس، ولما مات والده كفله خاله .

درس فى جامعة بولونيا بين ١٤٩٧ - ١٥٠٠ ميلادية الرياضيات والفيزياء والفلك، ودرس إضافة إلى ذلك القانون والطب، وكان كاهنًا مثل كهنة الكاتدرائية فى مهام دبلوماسية .

إلا أن أهم ما تميز به هو ذوقه الرياضي والفلكى، فمن خلال ما قرأ ووعى من تتبعه الطويل للفلك القديم، وخاصة فلك بطليموس وما دار حول الرجل من شكوك وانتقادات وضحت نقاط ضعف بطليموس ووصلت حداً لا يطاق، فالدوائر والدوائر الصغيرة التى اقترحها هذا الأخير، والتى وصل عددها إلى رقم كبير لا يمكن أن ينسجم وطبيعة الكون البسيطة. لا بد من فكرة ثورية جديدة تفسر الكون أبسط من العدد الكبير من الدوائر البطلمية، لابد من إزاحة عدد الترقيعات التى رقم بها بطليموس نظامه .

فلماذا لا يفكر بالرجوع إلى فكرة دوران الأرض حول الشمس بدلاً من دوران الشمس حول الأرض؟ لماذا لا يجرب هذه الفكرة؟ فمن الممكن أن تحل الإشكالات الكثيرة التى عاشت إلى جانب النظرية قرونًا طويلة، فإذا عز التوافق والانسجام بين نظام بطليموس (المتين) والواقع المشاهد، حسب النظرية البطلمية، فقد لا يعز الانسجام عندما يفرض الشمس فى مركز الكون، فقد تحل كثير من الإشكالات بهذا الفرض، وهكذا دارت

الأفكار فى ذهن كوبرنيكوس، وعلى هذا الأساس آمن وكتب ونشر وحل كثيراً من الإشكالات القديمة، آمن بأن الشمس فى مركز الكون، والأرض تابع يدور حولها، وبهذا سقط الإنسان من عرشه الوهمى.

وفى عام ١٥٠٠ ميلادية ذهب هذا الفلكى الثائر وكان عمره ٢٧ سنة إلى روما وألقى محاضرات تقول رواية إنه شرح فيها نظرية دوران الأرض على سبيل التجربة(٢٣).

واختمرت الفكرة أكثر فأكثر، وفى عام ١٥١٤ لخص ما انتهى إليه من استنتاجات فى «تعقيب موجز» وزّعه على شكل نسخ خطية لجس النبض ومعرفة ردود الفعل، وكان قد قرر فيه الأسس الرئيسية التى قلبت الفلك القديم كله يقول:

١ - ليس هناك مركز واحد لجميع الكرات السماوية.

٢ - إن مركز الأرض ليس مركز الكون، بل هو نقطة مركز الجاذبية والكرة القمرية.

٣ - كل الكرات (الكواكب) تدور حول الشمس بوصفها نقطتها الوسطى، وإذن فالشمس مركز الكون.

٤ - نسبة المسافة بين الأرض والشمس إلى ارتفاع قبة السماء أصغر بكثير من نسبة نصف قطر الأرض إلى بعدها عن الشمس بحيث إن المسافة من الأرض إلى الشمس لا تدرك لضآلتها بالقياس إلى ارتفاع قبة السماء.

٥ - إن الحركة التى تظهر فى قبة السماء لا تنشأ عن أى حركة فى قبة السماء بل عن تحرك الأرض. والأرض هى وعناصرها المحيطة بها تدور دورة كاملة حول قطبيها الثابتين فى حركة يومية، في حين تظل القبة الزرقاء والسماوات العليا ثابتة لا تتغير.

٦ - إن ما يبدو لنا حركات للشمس لا ينشأ عن تحركها بل عن تحرك كوكبنا الأرضى، الذي يجعلنا ندور حول الشمس كأى كوكب آخر.

٧ - إن ما يبدو من تراجع الكواكب وحركتها المباشرة لا ينشأ عن حركتها بل عن حركة الأرض. إذن فحركة الأرض وحدها تكفى لتفسير الكثير من المفارقات البادية فى السماوات(٢٤).

وقد قوبلت أفكار كوبرنيكوس الثورية بالسخط وعدم الرضا والتشنيع، وخاصة من قبل رجال الدين، فهذا لوثر يرفض النظرية رفضًا باتًا لا مجال فيه مستهزءاً بكوبرنيكوس واصفًا إياه بالأحمق، يقول: «إن الناس يستمعون إلى منجم محدث حاول التدليل على أن الأرض تدور لا السماوات ولا القبة الزرقاء ولا الشمس ولا القمر، فهذا الأحمق يريد

أن يقلب نظام الفلك كله رأسًا على عقب، ولكن الكتاب المقدس ينبئنا بأن يوشع أمر الشمس لا الأرض أن تقف»(٢٥) .

وعلى الرغم من كل الصيحات المضادة . . ظل كوبرنيكوس مؤمنًا بنظريته، باحثًا عن مزيد من التفصيلات والمؤيدات، ففى عام ١٥٣٠م ألف كتابه المفصل الشهير (دورات الأجرام السماوية)، ولكنه لم يقم بنشره مؤثرًا العمل بصمت وهدوء على إثارة العاصفة. بعد ذلك تصدى (اوزياندر) القسيس اللوثرى فى نورمبرغ لنشر الكتاب بعد أن وضع مقدمة خاصة لتخفف من وطأة ردود الفعل على أفكار هذا العالم، فكتب فى هذه المقدمة عبارات مهدئة، وصف أفكار كوبرنيكوس أنها فروض لا حقائق قاطعة، والفروض ليست بالضرورة صحيحة ولا حتى مرجحة، وقد خففت هذه المقدمة المقاومة الشديدة للكتاب، وأخيرًا ظهر الكتاب فى عام ١٥٤٣م، ظهر بعنوان (الجزء الأول من نيكولاى كوبرنيكس عن الدورات). وعرف الكتاب بعد هذا الاسم «فى دورات الأجرام السماوية» ووصلت نسخة إلى كوبرنيكوس فى ٢٤ مايو سنة ١٥٤٣، وكان على فراش الموت، فقرأ الكتاب وابتسم ثم مات فى نفس الساعة(٢٦) .

ولكن ما هى صورة الكون التى انتهى إليها هذا الفلكى الكبير؟ قبل كل شىء ينبغى أن نقول إن ما وصل إليه لا يمنع أنه آمن بكثير من المسلمات الفلكية القديمة، فآمن بأن الكون كروي، وآمن أن الأرض كروية تمامًا، بناء على القاعدة العقلية أن المادة إذا تركت وشأنها تنجذب نحو المركز، ومن ثم تكيف نفسها فى شكل كروى، وآمن بالقاعدة العقلية الأخرى أن حركات الأجرام دائرية كاملة الاستدارة، ولا شك أن هذه المسلمات أو بعضها كانت نقاط ضعف تلافاها الفلكيون اللاحقون.

أما نظريته الكونية أو النظام الذي اقترحه، فهو مخالف تمامًا لنظام بطليموس، فهذا الأخير آمن إيمانًا شديدًا بأن الأرض فى مركز الكون، وكل الكواكب بما فيها القمر والشمس والنجوم تدور حولها، وقد مرت بنا فى الباب الأول، فى حين قلب كوبرنيكوس هذه الصورة رأسًا على عقب، فالشمس فى مركز الكون وكل الأجرام الأخرى تدور حولها، قال هذا ووضع التفصيلات اللازمة الممكنة له، وفى هذه التفصيلات المحدودة تكمن نقطة القوة، التى لم تتوفر للنظريات القديمة المماثلة.

ومجمل نظريته :

أولاً : مجال النجوم الثابتة.

ثانيًا : مجال الأجرام المتحركة الكواكب السيارة فأولها زحل ويتم دورته فى ثلاثين سنة، والكوكب الثانى المشترى ويتم دورته فى اثنتى عشرة سنة، والكوكب الثالث المريخ ودورته عامان، والكوكب الرابع الأرض ودورتها سنة و احدة، ومعها مدار القمر وهو دائرة صغيرة يدور مركزها على محيط دائرة أكبر، والخامس كوكب الزهرة وتكمل دورتها فى تسعة أشهر، وأخيراً عطارد ودورته تكمل فى ثمانين يومًا. وفى وسط هذه الكواكب كلها تقوم الشمس[٢٧] .

هذه هى الصورة الصحيحة للنظام الشمسى كما نفهمه اليوم وهى صورة علمية، لكنها كانت ناقصة، وهو أمر متوقع، فهى بداية، والبداية من الصعب أن تكون أكثر تطوراً من هذه الصورة لقد تأثر بأفكار سابقيه بشكل لا يمكن التخلص منها بسهولة. فما أنجزته النهضة إلى زمنه لم يكن كافيًا لنظرية متكاملة لابد من التطور التدريجى، لقد آمن كوبرنيكوس بالقاعدة العقلية أن الدائرة التامة أكمل الأشكال وسحب هذه القاعدة على مدارات الكواكب مما أبقت كثيراً من الإشكالات على حالها، فلم يستطع التخلص من الدوائر الفرعية الصغيرة، وإن كانت أقل مما قال بطليموس، ولم تنته الإشكالات إلا باقتراحات كبلر، وهى (الدوائر بيضوية وليست كاملة الاستدارة). وآمن أيضًا أن الشمس تقع فى مركز الكون تقريبًا، وهى ساكنة والصحيح أن الشمس تقع فى (مركز) المجموعة الشمسية، والأدق تقع الشمس فى إحدى بؤرتى المدارات البيضوية للكواكب السيارة أما مركز الكون فأبعد من تصوره بكثير.

إضافة إلى أنه تصور الكون محدوداً بحدود الدائرة القديمة للنجوم الثابتة، وهو فى هذا يشبه الكون البطلمى مع فارق المركز فقط.

وإضافة إلى كل ذلك احتفظ بكثير من المسلمات البطلمية الأخرى.

على أى حال، هذه النقاط الضعيفة المتوقعة لا يمكن أن تقلل من أهمية نظرية قلبت علم الفلك رأسًا على عقب ومهدت للتطور الفلكى الكبير فى الوقت الراهن.

الفصل الثالث

تيكوبراهه (الرصيد الرصدى لمركزية الشمس)

كوبرنيكوس كان أول من افتتح باب علم الفلك الحديث، ويمكن أن نقول فى وصفه، إنه الحلقة الأولى من الحلقات المتلازمة التى انتهت بنظرية فلكية متينة عن الشمس والأرض والسيارات، لكن من الخطأ أن نقول إن الرجل وضع نظرية فلكية كاملة متكاملة، كان فى نظريته كثيرٌ من النقص والإشكالات، وقد مر بعضها فى الفص السابق.

صحيح أنه قلب النظرية القديمة رأسًا على عقب، ووجه الأفكار إلى نظرية فلكية مضادة (أصح) بكثير من نظرية بطليموس، واضعًا الشمس فى مركزها الحقيقى، والأرض فى موضعها الحقيقى أيضًا. وصحيح أيضًا أن الرجل وضع هيكلاً ضخمًا لبناء علم الفلك الحديث، لكن هذا الهيكل الكبير كان بحاجة ماسة إلى من يكمله ويقدمه بناء كاملاً جميلاً لا نقص فيه ولا إشكال.

كان هذا البناء بحاجة إلى فلكيين قادرين، بارعين على ملء هذا الهيكل.

لقد بنى كوبرنيكوس هيكله بناءً رياضيًا عقليًا لم يعتمد الرصد والمشاهدة إلا فى حدود، وبناء بهذا المستوى لا بد له من أرصاد تدعمه وتسنده، وإلا سوف لا يستطيع الصمود، وحول هذه النقطة يقول جنكريتش: الذى توصل إليه كوبرنيكوس جاء بالتأمل المحض وليس نتيجة رصد أو اختبار، فقد لاحظ أنه إذا رتب مسارات الكواكب ترتيبًا جديدًا بحيث تكون الشمس قريبة من مراكز تلك المسارات، فإنه ينجم انتظام رائع لتلك الكواكب[٢٨].

كانت هذه نقطة ضعف كبيرة لابد من تلافيها لتثبت النظرية ولتسود قوية متينة خالية من الإشكالات والأمراض.

لقد كان جهد كوبرنيكوس عظيمًا، لكن الجهد العقلى المحض مهما كان ضخمًا لابد من دعمه بأرصاد وملاحظات تنزله من برجه العاجى، لابد من مجموعة ملاحظات كبيرة تعطى النظرية قوة ومتانة. فكان تيكوبراهه، وكانت ملاحظاته وأرصاده الكثيرة والقيمة كان ما قام به تيكو من أرصاد، المكمل الضرورى لنظرية كوبرنيكوس الفلكية.

جمع تيكوبراهه فى عدد من السنين أرصاداً مهمة، كانت السبب الرئيسى فى اكتشاف المدارات الاهليليجية للكواكب على يد كبلر، المدارات التى أنقذت نظرية كوبر نيكوس من عدد من الإشكالات، بل يمكن أن نقول إن اكتشافات كبلر المعتمدة على أرصاد تيكوبراهه أنقذت النظرية من السقوط.

فمن هو تيكو هذا، وما هو أثره فى مسيرة علم الفلك الحديث؟

تيكو براهه، عالم فلكى وراصد دقيق، ولد فى ندستربب من مقاطعة سكانية تابعة إلى الدانمارك في ذلك الوقت(وهى الآن تابعة للسويد)، ولد سنة ١٥٤٦ ميلادية، أى بعد ثلاث سنوات فقط من وفاة كوبر نيكوس، كان أبوه عضواً فى مجلس الدولة الدانماركى، وأمه مسؤولة ملابس الملكة.

أخذه عمه الثرى الذى لم ينجب أولاداً من أبويه، حيث كان لديهما عدد كبير من الأولاد، وهيأ له فرص التعليم والمستقبل وعندما بلغ الخامسة عشرة من عمره أرسل إلى لايبزج لدراسة القانون.

لكن تيكو مال إلى علم الفلك ووجه إليه كل طاقاته، ويذكر جاسندى أن سبب انجذاب تيكو إلى علم الفلك يرجع إلى أنه سمع أحد المعلمين يناقش موضوع كسوف شمسى قادم ولاحظ حدوث الكسوف كما تنبأوا به، وعجب لهذا العلم الذى بلغ مثل هذه القدرة على التنبؤ، واشترى نسخة من كتاب بطليموس (المجسطى) واكب على قراءتها إلى حد إهمال سائر الدراسات[٢٩] .

وتأتى أهمية تيكو لكونه عالمًا راصداً، اهتم بالمشاهدات الفلكية وتسجيلها قبل كل شىء، حيث اعتمد يوهانس كبلر كل أرصاده وتسجيلاته، ويذكر أن تلاميذه - ومنهم كبلر المذكور - جمعوا فى سنة ١٦٦٦ أرصاده فبلغت عشرين مجلداً، وقد عنونت تحت اسم (تاريخ السماء)[٣٠] .

وقد أوصى تيكو براهه بأرصاده هذه إلى تلميذه كبلر، دون أن يوصى بآلاته الفلكية. وكان كبلر نفسه يشيد بدقة هذه الأرصاد وصاحب هذه التسجيلات يقول: «إن الكرم الإلهى قد جاء علينا بملاحظ بالغ فى الدقة هو تيخو براهه تنتهى ملاحظاته إلى مجرد خطأ مقداره ٨ كما يتضح فى هذا الحساب، لذلك كان من الضرورى أن نعترف بجميل هذه الهبة الإلهية وأن نستفيد منها»[٣١] .

لقد كان تيكو براهه مولعًا بالسماء، على الرغم من عدم إدراكه التلسكوب، وفى عام ١٥٨٠ نشر هذا الفلكى أدق خارطة للسماء، وقد وصلت دقتها فى تحقيق مواضع النجوم وزواياها الفلكية إلى أقل من دقيقة قوس، وبقيت هذه الخريطة الدقيقة إلى نهاية القرن السابع عشر الميلادى، ومن أرصاده المهمة أيضًا متابعته لكوكب المريخ بدقة على مدى سنوات طويلة، وكان لهذه الأرصاد أثرها البالغ عند تلميذه كبلر.

ولعلّ أشهر ما اشتهر به تيكو هو أعماله التى أنجزها فى مرصده ومحل اشتغاله الفلكى فى جزيرة هفين فى السويد، حيث وضع الملك فردريك الثانى تحت تصرف تيكو جزيرة هفين (فينوس) فى مياه السويد، وأجرى عليه راتبًا كبيراً، فاستطاع تيكو بهذا المال بالإضافة إلى موارده الخاصة أن يشيد قصراً هناك وحدائق أطلق عليها (اوارا ينبرغ) أو (مدينة السماء) وكانت تضم مساكن ومكتبة ومعملاً وعدة مراصد ومصنعًا وما تحتاج إليه من آلات. وطيلة إحدى وعشرين سنة فى جزيرة هفين جمع تيكو وتلاميذه من المادة ما يفوق فى حجمه ودقته أية مادة معروفة من قبل، وسجل كل يوم ولعدة سنوات حركة الشمس الظاهرية[٣٢].

واشتهر تيكو أنه جمع آلات فلكية ثمينة وصنع أخرى، ويذكر سيديو أن الحلقة عدت بين الآلات الكثيرة التى استعملها تيخو على أنها من مخترعاته، مع أن الميل ذا الثقب وذات الحلق مما استعمل فى مرصد مراغة[٣٣]. ومن آلاته الشهيرة يذكر البستانى كرته الفلكية النحاسية المشهورة التى قيل أن نفقتها بلغت خمسة آلاف ريال[٣٤].

ومن خلال أرصاده الكثيرة لم يقتنع تيكو بالصورة الكونية الجديدة التى جاء بها كوبرنيكوس (مركزية الشمس)، كما لم يقتنع بالنظام البطلمى القديم، ولعل أهم أسباب عدم اقتناعه بنظام كوبرنيكوس هو صعوبة التوفيق بين الدوائر الكاملة الاستدارة التى احتفظ بها كوبر نيكوس والنظام الشمسى الجديد إضافة إلى احتفاظ كوبر نيكوس بالدوائر الفرعية فى حركة بعض الكواكب.

لذلك اقترح نظامًا وسطًا بين نظام بطليموس ونظام كوبر نيكوس، فقال: «إن الأرض ساكنة تدور الشمس من حولها، وفى نفس الوقت تدور الكواكب الخمسة السيارة حول الشمس، وهو نظام لم يلق التأييد فيما بعد».

وينسب إلى تيكو براهه اكتشاف الخلل الثالث فى حركة القمر وجرى حول هذا الموضوع نقاش فى أكاديمية العلوم الفرنسية فى القرن التاسع عشر الميلادى، لكن سيديو

عشر على كتاب خطى يؤكد أن الخلل الثالث اكتشفه البوزجانى وليس تيكو، وهنا نذكر ما قاله سيديو فى هذا الصدد - وقد مرّ جزء من قوله عند الحديث عن البوزجانى - يقول: فقد استوقف نقص نظرية بطليموس القمرية نظر أبى الوفاء فصحح الأرصاد القديمة، فوجد عدا معادلة المركز ومعادلة الاختلاف اختلافًا قمريًا ثالثًا لم يكن بالحقيقة سوى الاختلاف الذى عينه تيخو براهه بعد ستمائة سنة، ووجد من العلماء من حاولوا على غير جدوى حجب وجه الحق مستشهدين بعبارات مبهمة للعالم العربى أبى الوفاء، ولكن التعابير التى تؤيد اكتشافه لذلك الاختلاف الثالث قاطعة واضحة دالة على حيازة العلم له منذ ذلك الزمن(٣٥).

ومن الإنجازات المهمة الأخرى التى جاءت على يد تيكو براهه اكتشافه لتفجر سوبر نوفا عام ١٥٧٢ الذى انفجر فى كوكبة ذات الكرسى، وكان ذلك أول مؤشر إلى الأبعاد اللامتناهية للنجوم، وإلى ضرورة إعادة النظر إلى أبعاد هذا الكون الفسيح. .

وأخيرًا لا بد أن نقول أن تيكو الفلكى الراصد الشهير لم يسلم من النقص والإيمان بالخزعبلات، فكان يؤمن بالتنجيم وأثر السماء على أحداث الأرض.

كان تيكو براهه يأمل أن يخرج من الأرصاد الكثيرة التى جمعها بنظرية شافية عن السماء، لكن المرض عاجله، فدهمه، وهو جالس على المنضدة، انفجار فى المثانة لم يستطع البقاء بعده أكثر من أحد عشر يومًا، فمات فى سنة ١٦٠١ ميلادية وانتهت أحلامه وطموحاته.

الفصل الرابع

يوهانس كبلر (أنقذ مركزية الشمس)

ولع اليونانيون بالشكل الجميل، المنتظم، الشكل المتناسق المنسجم فى كل جوانبه، فالكرة أكمل الاجسام، والدائرة أكمل الأشكال، حيث وجود التجانس وعدم تغير مقدار الانحناءات فى كل جوانبها.

وبناء على هذا التفكير العقلى المحض، اعتقدوا أن السماء منتظمة ثابتة لا تقبل التغير، من عنصر يختلف عن عنصر الأرض، عنصر اثيرى أو خامس، على حد تعبير أرسطو، أفضل العناصر كلها، وعليه فالأفلاك أو الدوائر يجب أن تكون منتظمة منسجمة مع نفسها تامة الاستدارة سواء كانت الدوائر الرئيسية الكبرى أو الفرعية العديدة.

وعلى أساس هذا الاعتقاد العقلى المحض كانت نظرية بطليموس الشهيرة، وعلى أساس هذا الاعتقاد أيضًا كانت نظرية كوبر نيكوس الجديدة المضادة لنظرية بطليموس، وكذلك جرى تيكو براهه على نفس الوتيرة.

وجاء يوهانس كبلر تلميذ تيكوبراهه، ومساعده ومشاركه فى أعماله، وجرى فى البداية على منوال السابقين، لكنه لم يجد فى هذه الدوائر التامة جوابًا شافيًا لطموحاته فهى لم تنسجم مع فكرة مركزية الشمس لكوبرنيكوس التى قبلها وآمن بها. فاستبدلها بدوائر (معوجة) اهليليجية أو (قطع ناقص) فى الاصطلاح الهندسى، وبهذه الطلعة الذكية أنقذ نظرية كوبرنيكوس من السقوط، وعاشت نظرية عظيمة ثابتة قوية.

فمن هو كبلر، هذا الرجل الذى استطاع تثبيت النظرية التى قلبت علم الفلك، وما هو دوره العلمى الفلكى؟

إنه العالم الرياضى الفلكى الألمانى يوهانس كبلر المولود سنة ١٥٧١م فى مدينة فيل بالقرب من ستتجارت، من أب ضابط. وكان كبلر فى صغره معتل الصحة، شل الجدرى يديه وأضعف بصره.

اتصل كبلر فى مدينة توبنجن بميكائيل ماستلن الذى كان يدرس فلك بطليموس، فاستطاع ماستلن تحويل كبلر سرًا إلى نظرية كوبرنيكوس - حيث كانت النظرية محظورة - وتحمس الشاب كبلر إلى دراسة السماء وأجرام السماء.

وفى سنة ١٥٩٦م نشر كبلر كتابه (الكون الخفى) وقد دافع فيه عن كوبرنيكوس بحرارة شديدة، وأرسل نسخًا منه إلى كل من تيكوبراهه وغاليلو.

وعندما استقر تيكوبراهه فى براغ دعا كبلر للتعاون معه، فوافق كبلر على الدعوة، حيث كان يعانى من الإجراءات المضادة للإصلاح، باعتباره بروتستانتيًا، وكان ذلك عام ١٦٠٠م.

وحين استقر مع تيكوبراهه، وجهه هذا الأخير إلى معالجة مشاهدات المريخ، واثقًا أنه سيفعل هذا وفقًا لنظامه التوفيقى الخاص (أى وفقًا لنظام أستاذه تيكو)، لكن كبلر كان كوبرنيكيًا متعصبًا، فلم يتفق مع أفكار أستاذة تيكو، فنشأت الصعاب فيما بينهم، لكن يد كبلر انطلقت عندما توفى تيكو سنة ١٦٠١م، على الأقل فى معالجته لمشاهدات المريخ(٣٦).

وكما قلنا ورث كبلر سجلات أستاذه وأرصاده، وقد وجد نفسه مسوقًا إلى دراسة هذه الأرصاد والملاحظات دون أن يضيف إليها شيئًا، وكان ماهرًا فى اختبار الفروض، كما تمثلت حكمته وعقله فى طرحها جانبًا إذا ثبت أن النتائج التى توصل إليها رياضيًا لا تتماشى والظواهر التى رصدها أو لاحظها.

ومن هذه الأرصاد اتجه نحو المريخ، حيث وفر له أستاذه أرصادًا دقيقة لهذا الكوكب، فأخذها وحاول على أساس نظرية كوبرنيكوس حل حركة المريخ بشكل يتطابق وأرصاد أستاذه تيكو الدقيقة، وفى البداية ظن كبلر أن كوكب المريخ يجرى فى دائرة تامة مركزها الشمس، كما تصور كوبرنيكوس وعندما لم تأت حساباته مطابقة لأرصاد تيكو الدقيقة أدخل مركزًا ثانويًا ثم مركزًا آخر مع احتفاظه بالدوائر التامة الاستدارة، ولكن حساباته لم تتطابق مع أرصاد أستاذه فى المرات التى جربها، فوقع فى حيرة بين إيمانه بدقه أرصاد تيكو والأسس النظرية التى آمن بها، وأخيرًا وبعد المعاناة الطويلة لمعت الحقيقة، وانكشف السر، وإذا بمدار المريخ اهليليجى بيضوى وليس دائريًا تام الاستدارة أبدًا، وإذا بالدوائر الكاملة الاستدارة التى قدسها اليونانيون ومن جاء بعدهم، هذه الدوائر هراء، فهى التى كانت وراء الإشكالات والصعوبات التى لفّت نظرية كوبرنيكوس، ومن قبله كل النظريات الفلكية القديمة.

وهنا لا بد أن نتذكر أن هيبارخوس النيقى الذى عاش فى القرن الثالث قبل الميلاد – وقد مر بنا – رفض نظرية اريتسارخوس القائلة بمركزية الشمس ودوران الأرض حولها، على

الرغم من معقوليتها وعدد البراهين التى دعمها بها، رفضها لأنها لا تنسجم ونظام الأفلاك الكاملة الاستدارة مستنتجًا أن القول بمركزية الأرض يفسر الحقائق أحسن ما يفسرها فرض اريستارخوس، فالنظرية القائلة بمركزية الشمس لا تثبت على التحليل الرياضى إلا إذا افترضنا أن مدار الأرض قطع ناقص، وهذا أمر لا يتقبله العقل اليونانى(٣٧) .

لقد أنهى كبلر الجمال والكمال السماوى وإلى الأبد، أنهى الدوائر الكاملة بعد أن سادت منذ أفلاطون وفيثاغورس وانتهت معها الإشكالات الطويلة العريضة والصعوبات الكثيرة التى أضنت العقول زمنًا طويلاً .

فالشمس الكوبرنيكية ليست فى مركز دائرة تامة الاستدارة، ليست فى قلب الدائرة، وإنما فى إحدى بؤرتى المدار الاهليليجى البيضوى الشكل الذى يمتلك بؤرتين لا بؤرة واحدة، والشمس الكبلرية تقع فى إحدى بؤرتيه، وكذلك القمر والقمر يدور حول الأرض فى مدار اهليليجى تقع الأرض فى إحدى بؤرتيه، ولقد وجد بقية الكواكب السيارة، كذلك تدور فى مدارات اهليليجية تقع الشمس فى إحدى بؤرها : واستخلص من دراساته وجهده الطويل ثلاثة قوانين علمية رياضية مشهورة، عرفت باسمه (قوانين كبلر Kepler's Laws) .

نشر القانونين الأولين فى رسالة باللاتينية عنوانها (الفلك الجديد وحركة المريخ) سنة ١٦٠٩ . وبعد عشر سنوات نشر فى كتابه الآخر (تناسق الكون) سنة ١٦١٩م القانون الثالث : وقوانين كبلر هى :

القانون الأول : الكواكب السيارة تدور حول الشمس فى مدارات اهليليجية (قطع ناقص) تكون الشمس إحدى بؤرها .

القانون الثانى : سرعة دوران الكواكب السيارة تزيد كلما اقتربت من الشمس، وتنقص كلما ابتعدت عنها، وأن نصف القطر الذى يمتد من الشمس إلى الكوكب يقطع فى دورانه مسافات متساوية فى أزمنة متساوية .

القانون الثالث : يتوقف مربع الدورة الفلكية على مكعب المسافة بين الكوكب السيار والشمس وعلى هذا الأساس إذا كان بعد أحد الكواكب السيارة معروفًا فيمكننا حساب أبعاد الكواكب الأخرى إذا عرفنا مدة دوراتها الفلكية(٣٨) .

من هذه القوانين الرياضية انطلق علم الفلك الانطلاقة الكبرى، وعلى أساس هذه القوانين وضع اسحق نيوتن - الذى سنتحدث عنه - قانونه الشهير عن الجاذبية الكونية، لتتكامل نظرية كوبرنيكوس وليبنى فوقها البناء الفلكى الشامخ.

لذلك كله عد كبلر المؤسس الحقيقى لعلم الفلك الحديث، فمنه بدلاً من كوبر نيكوس بدأ تجديد علم الفلك.

لقد كان كبلر سعيداً جداً باكتشافه قوانينه الرياضية الثلاثة، وكان مقتنعًا كل الاقتناع أنها قوانين صحيحة وليست فروضًا مؤقتة، وفى رسالة له بعنوان (خلاصة فلك كوبرنيكوس) أوضح كبلر، كيف أن قوانينه أيدت وشرحت وأصلحت نظرية كوبر نيكوس فقال: لقد شهدت من أعماق نفسى بأنها صحيحة وإنى لأتأمل جمالها فى ابتهاج غامر لا يكاد يصدق»[٣٩].

ولم يسلم كبلر من المعارضة والتشهير فى أفكاره وآرائه، وكيف لا وهو المؤيد الشديد لنظرية كوبر نيكوس التى أطاحت بالأرض (المقدسة) عن عرشها الجميل.

فحذره المجلس الكنسى البروتستانتى أن لا يبدل الأفكار الكنسية بأفكاره وخيالاته الجامحة، وأن يجعل نظريته حول الكون منسجمة مع الكتاب المقدس، وتجاوزت الكنيسة ذلك فأودعته السجن مدة من الزمن.

وعلى الرغم من كل المعارضة والحرب على أفكاره، وسوء الأوضاع العامة فى البلاد، واصل الرجل أعماله وصياغة أرصاده وملاحظاته وما توفر لديه من أرصاد وملاحظات تيكو وغيره من الفلكيين، فأكمل جداول فلكية سميت الجداول (الرودلفية) نسبة إلى رودلف، وقد ضمت وصنفت ١٠٠٥ نجمًا وبقيت ذات قيمة معترف بها لمدة قرن من الزمان، ومن ثم صارت أساس الوصف الفلكى للنظام الشمسى فيما بعد.

على أن كبلر لم يكن بمنأى عن الخزعبلات والأوهام، فانتهى إلى أن الحركات مجتمعة شكلت تناغم النجوم الذي لا تسمعه الا روح الشمس، مازجًا علمه بالتصوف، وشارك كبلر أهل زمانه فى الإيمان بالسحر، بل واتهمت أمه بممارسته إضافه إلى إيمانه بالتنجيم، وأثر ظواهر السماء على أحداث الأرض.

وفى سن التاسعة والخمسين من عمره بدأ الضعف والجهد على جسمه النحيف فانتابته حمى أودت بحياته فى أيام قلائل فى ١٥ نوفمبر سنة ١٦٣٠م، وانتهى أعظم رياضى فلكى فى العصر الحديث.

الفصل الخامس

التلسكوب يفتح أبواب السماء

التلسكوب (Telescope) أو المنظار المقرب أو المقراب، كان أمرًا ضروريًا لتثبيت نظرية كوبر نيكوس على أرض الواقع، كان أمرًا لا بد منه لمن لم يقتنع بنظرية كوبر نيكوس التى أقامها على التأمل والأفكار الرياضية. كان لا بد من واقع مادى يدعم النظرية، فإذا رأت العين مباشرة ما يدعم العقل والنظر فستكون النظرية أقوى قدمًا وأرسخ فى عالم الواقع.

لذلك كان خصوم كوبر نيكوس يطلبون منه ما لا يستطيع تحقيقه إلا بالمنظار المقرب، الأداة العلمية التى يمكن بواسطتها إثبات ما يدعيه التحليل الرياضى العقلى، كانوا يعارضونه قائلين: لو صح ما يدعيه أن الأرض والسيارات تدور حول الشمس، لكان لكوكب الزهرة مراحل ومنازل شبيهه بمراحل القمر ومنازله، لقد كان كوبرنيكوس مقتنعًا تمام الاقتناع بما يقولون، لكنه أنى له أن يثبت ذلك عمليًا، والمرحلة الزمنية التى عاشها لم تسعفه بالتسلكوب؟ فكان جوابه الذى لا يملك غيره: الزمن وحده كفيل بالجواب.

ومرّ الزمن واخترع التلسكوب والتقطه غاليلو، كأعظم اختراع فى عصر النهضة، يمكن أن يدعم نظرية كوبر نيكوس، فنظر إلى الزهرة سنة ١٦١١م، فوجد أن لها منازل كمنازل القمر، ونظر إلى أمور سماوية أخرى - سنأتى على ذكرها - فزادت النظرية يقينًا، فآمن بها إيمان الرجل العالم، إيمانًا لا مزيد عليه، مما عرضه إلى عقاب رجال لا يؤمنون لا بالعقل ولا بالعين، سوى (الوحى) سوى ما رتبته الكنيسة من معلومات تنسجم ومصالحها.

هذه حسنة واحدة من حسنات التلسكوب. التلسكوب ثورة فى عالم علم الفلك، فتحت مرحلة علمية بعد المرحلة النظرية التى فتحها كوبرنيكوس وكبلر. مرحلة فتحت أبواب السماء، فأصبح بالإمكان مشاهدة عدد من مفردات السماء مشاهدة مباشرة، حيث عزت على الأجيال كلها، منذ خلق الله الإنسان.

فى البداية كانت العين الضعيفة وحدها تقوم بالتقاط أخبار السماء، فكانت تلك الأخبار ضعيفة مثل ضعف العين وغير دقيقة، وحين استعمل بعض الأجهزة البسيطة كالمزولة وما إليها كانت النتائج أفضل، وحين تطورت تلك الأجهزة باكتشاف الاسطرلاب وذات الحلق وأرباع الدائرة والكرات السماوية وما إليها، كان ذلك أكبر مساعد على تطور

علم الفلك، فكانت الإنجازات تبعًا لذلك أفضل وأوسع، وأدق، ومع كل تلك الأدوات المساعدة بقى التطور فى حدود ما تراه العين على ذلك البعد الشاسع، وهو بعد تظل العين قاصرة عن إدراك تفصيلاته مهما كانت قوية، ولو اجتمعت كل العقول العلمية وراءها. فلا بد إذن من إدراك تفاصيل السماء بجهاز خاص، يتجاوز العمل البيولوجى المحدود للعين، وهذا ما أداه التلسكوب. التلسكوب تجاوز كل العيون والعقول.

التلسكوب فتح أبواب السماء أو بعض أبوابها، فلأول مرة فى التاريخ تستطيع العين من خلاله أن ترى الوجه الحقيقى للقمر، وأن ترى جبالاً وأودية وأرضًا لا تختلف عن أرضنا عندما تخرب وعندما تتجمل، وإذا بالسماء لا تختلف كثيراً عن الأرض، ومرة أخرى يسقط أرسطو الذى ظن أن السماء عالم اثيرى يختلف عن الأرض، مرة على يد كبلر الذى طوى الدوائر التامة الاستدارة، ومرة ثانية على يد غاليلو الذى وضع بعض ما رأى من السماء، وضعه على قدم المساواة مع الأرض.

من هنا، أدرك العلم أن القمر كالأرض، فلماذا تختص الأرض بمركز العالم، وتختص بالقدسية.

كان التلسكوب ثورة حقيقية فتحت أبوابًا وأبوابًا، لازالت نتائجه يقطفها العصر الراهن، وهو اليوم تطور وتخصص وأصبح الأداة الرئيسية لكل مرصد فى العالم.

والتلسكوبات الأولى كانت بصرية، أى ترى السماء بالعين من خلال عدسات ومرايا، وتطورت إلى تلسكوبات راديوية تلتقط إشارات الراديو عن طريق هوائيات - كما سنأتى عليها لاحقًا.

والتلسكوب أداة فلكية تعتمد العدسة بشكل مباشر، وللعدسة تاريخ طويل، كانت نهاية هذا التاريخ تركيبها بشكل معين لتكون أعظم جهاز فلكى علمى حتى الوقت الحاضر (التلسكوب).

ومن تاريخها، نذكر أن الصينيين القدماء عرفوها، وقيل أيضًا إن العالم ارخميدس استعملها لحرق السفن الرومانية التى حاصرت مدينة سيركوس فى صقلية. ومن ثم إحياء علماء العرب والمسلمين علم البصريات. ولا سيما ابن الهيثم، حيث شرح انكسار الضوء والخواص البصرية لمختلف المواد وخواص مختلف السطوح فى عكس الضوء أو نثره أو انكساره، وأول أوروبى اهتم بالعدسة كآلة مكبرة كان الفيزيائى الإنجليزى باكون الذى استخدمها فى تكبير أحرف الكتب لتسهيل قراءة المخطوطات[٤٠].

أما تشكيل مجموعة من العدسات لتكوين التلسكوب الفلكى فكان فى أواخر القرن السادس عشر، ويعتقد أن أول تلسكوب كان من صنع (النظاراتى) الهولندى (هانز ليبرشى) عام ١٦٠٨، فقد لاحظ صدفة، وهو يتفحص زوجين من العدسات واحدة أمام الأخرى أن الأجسام تبدو أقرب بالنظر عبرهما، وفى عام ١٦١٠ صنع العالم الإيطالى غاليلو تلسكوبًا أفضل، عرف بتلسكوب غاليلو يكبر الأشياء ٣٣ مرة ثم توالت التحسينات تدريجيًا على التلسكوب، على أيدى مختلف العلماء والفلكيين، والتلسكوبات البصرية الأولى على نوعين.

١ - **التلسكوب الكاسر** Refracting telescope

وهو أول وأقدم أنواع التلسكوبات على الإطلاق، ويسمى أحيانًا التلسكوب الفلكى، سمى تلسكوبًا كاسرًا لأن الضوء ينحنى فيه بالانكسار عبر العدسات الزجاجية. وقد كان التلسكوب الذى صنعه غاليلو كاسرًا، ومن أقدم التلسكوبات، ويتكون من عدسة محدبة فى المقدمة هى الشيئية ومن عدسة أخرى مقعرة للمراقبة هى العينية، وبهذه التركيبة من العدسات ترى الأجسام فى تلسكوب غاليلو قائمة غير مقلوبة.

أما التلسكوبات التى أعقبت غاليلو فقد صنعت من عدستين محدبتين تكون الأولى (الشيئية) صورة مقلوبة للجسم بين العدستين ثم تكبر العدسة المحدبة الأخرى (العينية) هذه الصورة بحيث يشاهدها المشاهد مكبرة مع بقائها مقلوبة، وهذا لا يؤثر فى مراقبة الأجسام السماوية، وفى المراقبة الأرضية تضاف عدسة ثالثة محدبة فى انبوب التلسكوب بين الشيئية والعينية لتبدو الصورة النهائية قائمة غير مقلوبة، ويسمى هذا التلسكوب بالتلسكوب الأرضى، وأكبر تلسكوب كاسر فى العالم هو تلسكوب الأربعين بوصة فى بيركس بالقرب من شيكاغو فى الولايات المتحدة الأمريكية.

٢ - **التلسكوب العاكس** Reflecting Telescope

وبعد التلسكوب الكاسر، جاء التلسكوب العاكس كصورة متطورة للتلسكوبات، وفى هذا الأخير تحل مرآة محل العدسة الشيئية. وهو من اختراعات العالم الفيزيائى إسحق نيوتن، صممه سنة ١٦٦٨، وهذا التلسكوب لا يشتمل على عدسة شيئية، فالضوء يسرى عبر انبوب طويل مفتوح، يسقط على مرآة مقعرة فى أسفل الانبوب، وتعكس المرآة المقعرة أشعة الضوء نحو أعلى الانبوب إلى مرآة ثانية مسطحة مائلة الوضع لتوجه الأشعة بدورها إلى عدسة محدبة مكبرة هى عينية التلسكوب.

وقد قدم العاكس صورة أوضح من الكاسر، فهى خالية من الأهداب الملونة اللامعة التى يعانى منها الكاسر، إضافة إلى أن صنع المرآة فيه أسهل من صنع العدسة، لأن المرآة لا تحتاج إلى صقل إلا من وجه واحد بينما العدسات تحتاج إلى جهد أكبر.

وفى الوقت الحاضر نجد أكبر التلسكوبات فى العالم هى من النوع العاكس، وأكبر تلسكوب عاكس اليوم هو عاكس المائتى بوصة (هال) الموجود فى جبل بالومار فى كاليفورنيا فى الولايات المتحدة الأمريكية.

الفصل السادس

غاليلو (رأى مركزية الشمس بعقله وعينيه)

وحين نصل إلى العالم الإيطالى غاليلو، نكون قد وصلنا إلى أشهر رجل من رجالات الفلك فى عصر النهضة العلمية، بل وأشهر رجالات العلم كافة فى ذلك العصر.

عرفنا غاليلو من خلال الكتب المتداولة والمجلات والمدارس والجامعات أكثر من أى عالم من علماء الفلك فى النهضة الحديثة.

اشتهر لأنه لوحق ملاحقة لا هواده فيها من قِبَل الكنيسة، ولأنه حوكم محاكمة شهيرة من قِبَل محكمة التفتيش الشهيرة، واشتهر لقولته الشهيرة (ومع ذلك فهى تدور فعلاً) ويقصد الأرض، قالها بحرارة عندما غادر قاعة المحكمة.. قالها بتحد[٤١]. واشتهر لكونه عالمًا فذًا متعدد الجوانب، كان فلكيًا رياضيًا فيزيائيًا، إضافة إلى كونه مخترعًا مبدعًا ارتبط اسمه بتجربة برج بيزا الشهير، حيث أجرى تجربة شهيرة دلل فيها أن الأجسام الساقطة من أعلى تسقط فى وقت واحد وبعجلة ثابتة مهما اختلف وزنها، والسبب فى اختلاف سرعتها هو الهواء، وأثبت أن ذبذبة البندول ثابتة مهما تغيرت سعتها مما أدى إلى اكتشاف الرقاص[٤٢]. واخترع الميزان المائى، وأثبت أن مسار القذيفة قطع مكافئ.

كان الرجل متعدد المواهب، ومتعدد الإبداعات، فحق له أن يشتهر ويتقدم على غيره من علماء عصر النهضة الحديثة.

عاش غاليلو فى قلب النهضة، وفى قلب الجو الذى آمن بأفكار أرسطو التى فرقت بين السماء والأرض، فالسماء عنصر اثيرى، عنصر خامس لا يكون ولا يفسد- بينما الأرض عنصر قابل للكون والفساد (التكون والتحلل). عنصر متدنٍ واطئ، خسيس (وقد مرّ بنا فى الحديث عن أرسطو).

عاش غاليلو مخالفًا هذه الأفكار النظرية فمن هو أرسطو، وأين معنى للثقة به، ما دام لم يجرب، ولم يقدم معلوماته نتيجة أدلة علمية قاطعة.

لقد آمن غاليلو إيمانًا كاملاً بالعقل والعين، فراح يتابع السماء بهما معًا، فرأى فعلاً رؤية العين والعقل، أن المادة السماوية التى استطاع مشاهدتها، رآها لا تختلف قيد أنملة عن طبيعة الأرض، فالقمر أرض لا تختلف عن أرضنا التى نعيش فيها، فيه جبال وأودية

وفوهات وظلال للجبال، وأمور أرضية لا تختلف عما عرفناه على أرضنا. وحين رأى ذلك واقتنع بما رأى، فلماذا يؤمن بما قاله أرسطو وقالته الكنيسة وقاله المتزمتون؟ لقد كان مخالفًا من كان قبله من حاملى الأفكار غير العلمية، ومعارضًا لتلك الأوهام، فلاقى أشد العنت وأكبر الصعوبات، ولم يستطع المقاومة، فأذعن وسكت عن الحق بلسانه، لكن قلبه ظل ينطق بالحقيقة، وظلت كتبه بعده تنطق بالحقيقة وحدها عندما مات القلب ومات الجسد، ولازالت امتدادات أفكاره إلى اليوم.

وهنا لا بد أن نعرف شيئًا عن هوية الرجل، لننطلق بعدها إلى آفاقه الفلكية العريضة.

والرجل من إيطاليا، ولد فى مدينة بيزا فى ١٨ شباط عام ١٥٦٤م عاش فى ظل أب مثقف، علمه اليونانية واللاتينية، وعلمه الرياضيات والموسيقى، أرسل وهو فى السابعة عشرة من عمره إلى جامعة بيزا ليدرس الطب والفلسفة، إلا أنه بعد فترة من الزمن ترك الجامعة دون أن ينال منها درجة علمية. انتقل بعد ذلك بعام إلى فلورنسا ليدرس الرياضيات والميكانيكا. وفى سنة ١٥٨٩ خلى كرسى الرياضيات فى جامعة بيزا فتقدم لشغله، وكان حينها فى الخامسة والعشرين من عمره، واشتد عوده وقوى فبدأ من منصة التدريس يشن حملة شعواء على فيزياء أرسطو.

مال غاليلو إلى الفلك وخصص جزءًا كبيرًا من وقته لدراسته ومتابعة أخباره، تأثر بنظرية كوبر نيكوس فى مركزية الشمس، ووجد فى كتاب كبلر المعاصر له والذى يصغره بسبع سنين، وجد فى كتابه (الكون الخفى) ما يشفى غليله ويروى ظمأه العلمى الفلكى، فكتب إلى كبلر رسالة أشاد بكتابه وأفكاره الجريئة قائلاً: «إنى لأعتبر نفسى سعيدًا لأجد فى شخصك زميلاً عظيمًا مثلك، فى بحثى عن الحقيقة، وسأعكف على قراءة كتابك تحدونى كل الرغبة فى استيعاب ما فيه، لأنى كنت لعدة سنوات من أنصار نظرية كوبرنيكوس، ولأنه (أى الكتاب) يكشف لى عن أسباب كثير من الظواهر الطبيعية البالغة الإبهام والتى لا يمكن فهم كنهها فى ضوء الفرضية المقبولة عامة، ودحضًا لهذه الفرضية جمعت براهين كثيرة. ولكنى لا أنشرها، حيث يثنينى عن نشرها حظ أستاذنا كوبرنيكوس الذى حظى لدى نفر قليل من الناس بشهرة خالدة، ولكن لقى تجريحًا واستنكارًا من كثرة لا يحصى عديدها (لأن عدد الأغبياء كبير جدًا، وقد تجاسر على نشر تأملاتى إذا كثر أمثالك)(٤٣).

وأخيراً وفى سنة ١٦٠٤ ألقى محاضرة فى بيزا أعلن فيها عن إيمانه بنظرية مركزية الشمس لكوبر نيكوس، وذهب غاليلو إلى بادوا ليعمل أستاذًا للرياضيات فى جامعة بادوا وهناك سمع باختراع التلسكوب من قبل صانع النظارات الهولندى ليبرشى - المار الذكر - فبدأ بصنع تلسكوب خاص به ليكون أول من استخدمه فى استكشاف السماء وأجرام السماء[٤٤] . وليكون أول من تنفتح له أبواب السماء ويرى تفصيلات فلكية لم يرها أحد من قبل. ثم تكون وبالاً عليه، لأنها الحجة العملية الدامغة التى قطعت سبيل الشك بنظرية كوبر نيكوس. لقد ذهل غاليلو مما رأى من خلال تلسكوبه الصغير الذى لم يكن يكبر أكثر من ٣٠ مرة. لقد رأى عالمًا سماويًا عجيبًا، لم يكن يحلم به كل الفلكيين السابقين منذ عهد آدم وما قبله، لقد عرف الآن من مشاهداته أن المجموعات النجومية تحتوى على عدد كبير من النجوم أكثر من أن تحصى، فمثلا رأى أن نجوم كوكبة الثريا أربعون نجمًا بدلاً من سبعة نجوم، وهى التى تراها العين المجردة، وشاهد أن كوكبة الجبار تحتوى على ثمانين نجمًا بدلاً من سبعة وثلاثين نجمًا. وعرف أن النجوم تبقى نقطًا صغيرة مهما عمل فيها التلسكوب، مما يدل على أبعادها الساحقة.

وكشف التلسكوب المجرة على (حقيقتها)، وإذا بها عدد هائل من النجوم، متنوعة الأحجام، وليس بأى حالٍ من الأحوال مجرد سديم أو غبار أو غاز، كما كان يظن من قبل.

ولم يعد القمر ذلك الجسم البلورى الذى يختلف نوعه عن الأرض لم يعد سطحًا مستويًا صافيًا خاليًا من التجاعيد، إنه متنوع التضاريس، فيه جبال وأودية وفوهات وسهول، وعرف أن ضوءه هو ضوء الشمس ينعكس على سطحه فتكون من خلال الجبال ظلال كما فى ظلال الأرض، ويمكن أن يفسر ضوءه فى نصفه غير المواجه للشمس على أنه بصفة جزئية راجع إلى ضوء الشمس المنعكس من الأرض.

واتجه غاليلو إلى الكواكب ، فكشف تلسكوبه أن تلك النقاط المضيئة تحولت إلى أقراص فيها بعض الوضوح . . مما تميزت بشكل سافر عن النجوم.

فى سنة ١٦١٠م وجه تلسكوبه إلى كوكب المشترى، فاكتشف أربعة أقمار من أقماره الستة عشر وهى إيو (IO)، يوربا (Europa) وغانيميد (Ganymede) وكاليستو (Callisto)، وكانت هذه الأربعة أوائل الأجرام السماوية فى النظام الشمسى تكتشف بالتلسكوب[٤٥].

وفى نفس السنة رصد كوكب زحل ولاحظ ظواهر متغيرة تطفو فوقه دون أن تمسه، ولم يستطع تفسيرها، وقد تبين فيما بعد أنها الحلقة الغبارية المسطحة التى تحيط بزحل عند خط استوائه. وفى عام ١٩١١م وجه تلسكوبه إلى كوكب الزهرة فشاهد أحوالها المتغيرة، فعرف أن لها أطواراً كأطوار القمر تماماً وفسر ذلك بموقعها النسبى بين الأرض والشمس.

وفى عام ١٦١١ أيضاً، رصد الشمس، وعرف البقع الشمسية على سطحها، ورصد تحرك هذه البقع على قرص الشمس واستنتج من خلال تحركها أن الشمس تدور حول نفسها مرة كل ٢٥ يوماً، لكن أحد خصومه وهو أب يسوعى ادعى أنه سبق غاليلو إلى رؤية البقع الشمسية وهاجمه بعنف، وادعى راهب آخر أنه أول من شاهد أقمار المشترى، وقد دلت الدراسات الحديثة حول هذين الادعائين، احتمال صحة الزعم الأول بفارق قصير جداً من الزمن، قد لا يتجاوز الشهر الواحد، وزيف الزعم الثانى بكل تأكيد(٤٦).

هذه الاستكشافات المثيرة، هذه المعلومات الحسية الجديدة كانت أعمدة كبرى استندت إليها نظرية كوبر نيكوس، من هنا ابتدأ الخطر، فلم تعد النظرية فروضاً وانتهى الأمر، إنها اليوم نظرية لها ما يدعمها، فحين كانت تطرح فى أيامها كان يمكن أن يقتنع بها البعض، ويمكن أن لا يقتنع، لأنها ليست لها أدلة مادية تدعمها، واليوم أصبح بيد غاليلو سلاح قاطع، يستطيع حماية النظرية، فيمكن عرضها ومن ثم إسنادها بأدلة مادية واضحة.

فالتلسكوب جاهز، ومن يرد التثبت فى الأمر، فهو حاضر، وليس هناك أي مانع، وعلى هذا شرع غاليلو يتحدث عن النظرية على أنها قد تم إثباتها، ومع ذلك لم يقتنع الخصوم، لم يقتنعوا أن ينظروا فى التلسكوب، رفضوا أن ينظروا إلى أقمار المشترى من خلال تلسكوبه، فكتب فى هذا الصدد: «حين رغبت أن أرى النجوم التابعة للمشترى لأساتذة فلورنسا رفضوا أن يراقبوها أو أن ينظروا بالتلسكوب، ويعتقد هؤلاء الناس أن ليس من حقيقة فى الطبيعة للبحث عنها، وأن لا حقيقة سوى ما يمكن مقارنته فى الأصول»(٤٧).

ازدادت المعارضة وازداد الخطر وخاصة حين لمسوا السخرية اللاذعة التى كان يصبها على معارضيه دون انقطاع، فسعى هؤلاء لكسب الكنيسة إلى جانبهم وإثارة نقمتها عليه. وبعد تردد ناتج عن وجود كرادلة كثيرين يحترمون غاليلو، وبينهم الكردينال بابيرينى الذى أصبح فيما بعد البابا اربن الثامن، انساقت الكنيسة على كره منها إلى دعم

الأرسطوطاليسيين وإلى إعلان نظرية كوبرنيكوس مناقضة للكتب المقدسة، وقد انساق غاليلو، على الرغم من كونه كاثوليكيًا مخلصًا فى إيمانه - انساق إلى إنكار القول باعتبار الكتاب المقدس حجة فى العلم - مستشهداً بالكردينال بارونيوس القائل: «غاية الروح القدس أن يعلمنا كيف نذهب إلى السماء لا كيف تسير السماوات». وقررت محكمة التفتيش «أن النظرية القائلة بأن الشمس هى مركز العالم وأنها ثابتة لا تتحرك هى خاطئة وفاسدة، وهى نظرية إلحادية من حيث الشكل، ومباينة للكتاب المقدس، بينما النظرية القائلة بأن الأرض ليست مركز العالم ولكنها تتحرك، وأن لها حركة يومية هى خاطئة وباطلة فلسفيًا وتعبر من وجهة نظر اللاهوت على الأقل بأنها مغلوطة».

وعلى ذلك استدعى غاليلو وطلب إليه أن يترك الرأي السابق، ووضع كتابه (دوران الكواكب) فى قائمة الكتب المحرمة عام ١٦١٦ إلى أن يتم تصحيحه، ونشرت هذه التصحيحات الضرورية بصورة رسمية عام ١٦٢٠. وتضمنت تعديلات قليلة تظهر مبادئ كوبر نيكوس مجرد فرضيات رياضية غايتها تسهيل الحسابات وبعد ذلك أصبح البابا أربن شديد الصداقة لغاليلو وقضى الكثير من حاجاته[٤٨].

وفى عام ١٦٣٢ ظهر بين منشورات الكنيسة أكبر كتب غاليلو وأكثرها تأثيرًا، وعنوانه (محاورة حول النظامين الرئيسيين فى العالم)[٤٩].

فأورد فى شكل حوار ناعم وبمهارة فائقة جميع الأدلة لتأييد وجهة نظر كوبرنيكوس. وذكر الكتاب أن أكبر ميزة لهذا المذهب هى بساطته الفائقة وانسجامه إذا ما قورن بمذهب بطليموس بما فيه من تعقيد وغموض وقد أغضب هذا الأمر الأرسطوطاليسيين غضبًا كبيرًا، فأقنعوا البابا أربن أن سيمبليشيو الذى يجعله غاليلو محور كتابه بكامله على أنه من أتباع فلسفة القرون الوسطى كان صورة عنه بنفسه. فشعر البابا أن كبرياءه قد أهين، وأمر أن يساق غاليلو أمام محكمة التفتيش، ومع أنه لم يسجن أبدًا فقد هدد بالتعذيب واضطر لأن ينكر ويعلن ويشتم الأخطاء المشار إليها. ثم نفى إلى مزرعة فى الريف سنة ١٦٣٣م ووضعت (محاورته)، وكتب كبلر وكوبر نيكوس فى قائمة الكتب المحرمة، و لم يخرج منها إلا عام ١٨٣٥م[٥٠].

وفى ٨ كانون الثانى من سنة ١٦٤٢ فاضت روحه وانتهى، بعد أن عاش ٨٧ سنة، قضى معظمها فى الكفاح من أجل العلم.

ولكن غاليلو لم يمت، لقد بقيت أفكاره العلمية واكتشافاته امتدادًا له، وبقيت قضيته

الكبرى وعلاقة الكنيسة بالعلم وبه شخصيًا قضية تاريخية مظلومة معلقة، لم يبت التاريخ كلمته الحقيقية فيها.

لقد حاكم الفاتيكان غاليلو على آرائه التى أكدت نظرية كوبرنيكوس حول مركزية الشمس وحوكم مرة أخرى سنة ١٦٣٣ أثر إصدار كتابه الشهير حوار حول النظامين الرئيسيين للكون، النظام البطليموسى والنظام الكوبرنيقى» وعنف بكلمات قاسية ومهينة أثناء مراسم صدور الحكم فى دير الدومينيكان «سانتا ماريا سوبرا مينيرفا» فى حضور المطارنة وأعضاء المجلس المقدس منها:

وكى لا يمر خطؤك الفادح والفاسد هذا وزلتك الكبرى بلا عقوبة، ولكى تصبح أنت فى المستقبل أكثر حذرًا ولكى تكون مثلاً للآخرين حين يخشوا الإقدام على مثل هذه الوقائع فإننا نأمر بأن يحرم كتاب «الحوار» من خلال مرسوم علنى، كما أننا نحكم عليك بالسجن رسميًا فى دار المجلس المقدس هذا لمدة تتحدد وفقًا لتقديرنا ونحدد لك ككفارة شافية لك وهى الصلاة أسبوعيًا باستعمال مزامير الغفران السبعة لمدة ثلاث سنوات متتالية، وبأننا نحتفظ لأنفسنا بالحق فى تخفيف العقوبات والكفارات المذكورة وتبديلها أو حلها كليًا أو جزئيًا»(٥١) .

بعد ذلك كان على غاليلو أن يقدر ويعترف بنفسه: «أنا غاليلو غاليليه ابن المتوفى فينتشنتسيو غاليليه من فلورنسا، البالغ من العمر سبعين عامًا، الماثل شخصيًا أمام المحكمة، والراكع أمام سموكم أصحاب المقام الرفيع السادة مطارنة محكمة التفتيش العامة ضد الشرور والزندقة فى كل العالم المسيحى وأمام عينى توجد الأناجيل المكرمة التى ألمسها بيدى، أقسم أننى قد اعتقدت دائمًا، والآن أعتقد وبمساعدة الإله سوف أعتقد فى المستقبل فى كل ما تعتبره الكنيسة الرسولية الكاثوليكية المقدسة فى روما وكل ما تعظ به وتعلمه»(٥٢) .

لكن كل ذلك لم يضيع كلمة التاريخ الحقيقية. ففى سنة ١٩٩٢ وبعد انقضاء ٣٥٩ سنة على الإدانة التاريخية الكبرى له وعلى معاقبته بالنفى سنة ١٦٣٣ ألقى الكاردينال (بول بوبار) رئيس إحدى اللجان العليا فى الفاتيكان خطابًا بالغ الأهمية كان بمثابة اعتذار ورد اعتبار رسمى للعالم الإيطالى غاليلو غاليلى(٥٣) وبعد أن انهى الكاردينال خطابه عقب بابا الفاتيكان يوحنا بولس الثانى على بيان اللجنة قائلاً: إن ما حدث منذ أكثر من ثلاثة قرون ونصف جاء نتيجة لسوء فهم كبير أدى إلى حدوث وقيعة وشقاق شديدين بين الكنيسة

وبين العلماء لسنوات طويلة تحولت فيها الكنيسة إلى رمز للإظلام الذى يرفض التقدم العلمى ويعارض البحث الحر عن الحقيقة ، وأضاف أن الكنيسة تعترف بأنها أخطأت فى تقديرها ، ثم أقسم بأن ما حدث لن يتكرر مرة أخرى بعد الآن[٥٤] . وفيما يلى نص الفقرة الأخيرة من الاعتراف الكبير ، لأهميتها فى تاريخ العلم .

٥ - ختامًا فإن قراءة جديدة للوثائق المحفوظة تبين لنا الأمر مرة أخرى فعند تناول قضية ما يجب أن يعامل كل طرف فيها دونما استثناء على أساس حسن نيته ما دام لا توجد وثائق خارج القضية تثبت عكس ذلك ، إن التوصيف الفلسفى واللاهوتى ، الذى تم استغلاله بشكل سيىء ، فيما يتعلق بالنظريات الخاصة بمركزية الشمس وحركة الأرض ، والتى كانت نظريات جديدة آنذاك ، كان نتيجة لموقف انتقالى فى مجال المعارف الفلكية ونتيجة للبس فى التفسيرات التى تخص علم الكون . لقد ورث بعض اللاهوتيين المعاصرين لغاليلو فكرة المفهوم الموحد للدنيا والذى فرض نفسه على العالم حتى القرن السابع عشر ولم يتمكنوا من تفسير المعنى العميق وغير الحرفى للكتاب المقدس عندما يصف الكيان الطبيعى للكون مما حدا بهم دون وجه حق لنقل مسألة تتعلق بالملاحظة الفعلية إلى مجال يخص الإيمان .

إنه فى إطار هذا الواقع التاريخى والثقافى البعيد كل البعد عن زماننا لم يتمكن القضاة الذين حاكموا غاليلو من الفصل بين الإيمان وبين العلوم الكونية التى دامت ألف سنة واعتقدوا عن خطأ أن تبنّى ثورة كوبرنيكوس ، التى لم تكن قد ثبتت بشكل نهائى ، كان سيؤدى إلى زعزعة التعاليم الكاثوليكية ، وأنه كان من واجبهم تحريم تدريسها . لقد أدى الخطأ الذاتى فى الحكم الذى ينجلى بوضوح أمامنا اليوم ، إلى اتخاذ بعض الإجراءات التأديبية التى كانت سببًا فى م… ديدة . لا بد من الاعتراف بهذه الأخطاء بأمانة كما طلبتم قداسة ا…

تلك هى ثمار البحث الذى تم… طلبتم من اللجنة أن تقوم بها . كل الأعضاء وأنا بالنيابة عنهم نـ… ثقة اللتين وليتمونا إياها عندما تركتم لنا الحرية الكاملة للبحث والاستكشاف والنشر بكل ما تتطلبه الدراسة العلمية وتفضلوا ، قداستكم بقبول فائق الاحترام[٥٥] .

إنه اعتراف خطير وإنه انتصار للعلم .

الفصل السابع

نيوتن (يفسر حركة الكواكب ويكتشف الجاذبية)

من الصدف الغريبة أن السنة التى توفى فيها غاليلو أشهر فلكيى عصر النهضة الأوروبية، ولد اسحق نيوتن أشهر العلماء الإنجليز على الإطلاق، بل ومن اشهر العلماء فى التاريخ العلمى الطويل.

وبين حياة غاليلو وحياة نيوتن برز عدد من الفلكيين، وظهرت انجازات فلكية، لكن الذى ظهر لم يصل إلى مستوى إنجازات الرواد الأوائل، أمثال كوبرنيكوس وتيكو براهه وكبلر وغاليلو، نذكر من هؤلاء روتشيلى، الذى استعمل التلسكوب بدقة للتمييز بين الأجرام المتقاربة والتى تبدو للعين كأنها جرم واحد، ففى سنة ١٦٥٠ مثلاً أعلن أن أحد نجوم الدب الأكبر هو فى الحقيقة نجمان متقاربان. ونذكر أيضًا العالم الإنجليزى هويجينز الذى رصد عام ١٦٥٥ قمراً شهيراً لزحل هو (تيتان)، وأعلن أن الظواهر المتغيرة التى رآها غاليلو فى تلسكوبه حول زحل هى فى الحقيقة حلقة مسطحة حول زحل عند خط استوائه، وجاء كاسينى، ليقول: إن تلك الحلقة عبارة عن حلقتين واكتشف بينهما فجوة مظلمة، عرفت بفجوة كاسينى، ورصد أيضًا البقعة الحمراء الكبيرة على سطح المشترى عام ١٦٦٤، أما جيريما لدى، فكان أول من أعلن أن الكواكب ليست لها أشكال كروية كاملة فكوكب زحل مثلا له مقطع منظور اهليليجى الشكل مفلطح قليلاً عند القطبين.

وهكذا.. إنجازات فلكية تفصيلية، لم ترق بأى شكل من الأشكال لأن تشكل طفرة نوعية تأخذ بعلم الفلك إلى مرحلة جديدة. كان على الطفرة المثيرة أن تنتظر العالم البريطانى الشهير اسحق نيوتن، حيث استطاع هذا العبقرى الفذ بعقلية العالم الذكى أن يفسر ويبين أسباب حركة الكواكب وهى تدور حول الشمس، و من ثم يكتشف أعظم قانون كونى عرفة العالم، هو قانون الجذب العام (Gravition).

وإسحق نيوتن، كسلفه السابق غاليلو، كان عالمًا فذًا متعدد الجوانب والمواهب، امتلأت الكتب والمجلات والمدارس والجامعات بأفكاره العلمية وقوانينه الشهيرة.

ولد هذا العالم فى ولز ثورب فى مقاطعة لبنكولنشيو بإنجلترا، ولد من أب مزارع، توفى قبل عدة أشهر من ولادة ابنه (نيوتن). أما والدته فقد تزوجت بعد وفاة زوجها،

وعُمر نيوتن ثلاث سنوات، فتركته تحت رعاية جدته. وتذكر مصادر تاريخية أن نيوتن لم يكن من المتفوقين فى المدرسة، وحين دخل جامعة كمبريدج ليدرس العلوم والرياضيات ظهرت مواهبه، وتخرج فى الجامعة سنة ١٦٦٥، وفى تلك السنة شهدت لندن وكمبريدج وغيرهما انتشار وباء الطاعون، فاضطر إلى اللجوء إلى الريف، إلى مزرعة العائلة، ففرغ للتأمل والتفكير العلمى ولبناء المجد العظيم، فكانت تلك الفترة فترة ذهبية نادرة فى حياته العلمية، فى تلك الفترة، ولم يتجاوز الثالثة والعشرين توصل إلى اكتشافاته الرئيسية، وهاك نيوتن نفسه يروى لنا قصة اكتشافاته وقت حدوثها كما يلى قال:

«كشفت أولاً النظرية الثنائية ثم حساب التكامل والتفاضل، وأخذت أفكر فى الجاذبية متوسعًا فيها حتى مسار القمر، ولما وجدت كيف أستطيع أن أقيس القوة التى تضغط بها كرة سطح محيط تدور ضمنه استنتجت من قاعدة كبلر الأولى أن القوى التى تحفظ الكواكب فى مساراتها يجب أن تكون بالمقابل كمربع أبعادها من مراكزها: وبالاستناد إلى ذلك قارنت القوة الضرورية لحفظ القمر فى مساره بقوة الجاذبية على سطح الأرض وجدت أنهما تتقاربان جداً. وكان كل ذلك عامى ١٦٦٥ و ١٦٦٦ إبان انتشار الطاعون، لأننى كنت حينذاك فى عنفوان الشباب مندفعًا وراء الاختراعات ودراسة الرياضيات والفلسفة أكثر من أى وقت بعده»(٥٦).

صورة رائعة لطموح الشباب..

وفى سنة ١٦٦٩ عين نيوتن أستاذاً فى جامعة كمبريدج نفسها وبقى فيها حتى سنة ١٧٠١ ميلادية، ومن المناصب الأخرى التى تنسمها منصب رئيس الجمعية الملكية بإنجلترا، وذلك تقديراً لأعماله العلمية الجليلة.

إن أشهر ما اشتهر به نيوتن، هو اكتشافه الجاذبية الأرضية ووضعها فى صيغة قانون، لازال من أعظم القوانين التى اكتشفها البشر، وفى هذا الصدد يقال: كان نيوتن جالسًا فى حديقة أمه التى فر إليها تخلصًا من وباء الطاعون فرأى تفاحة تسقط من شجرة، فأخذ يفكر فى سبب سقوطها، بالشكل الذى رآه، وفسر ذلك بأن كلاً من الأرض والتفاحة يتجاذبان فيما بينهما. فالأرض تجذب التفاحة والتفاحة تجذب الأرض، لكن حجم الأرض الكبير الهائل يجعلها لاتتأثر بجذب التفاحة لها، بينما التفاحة تنجذب أى تسقط باتجاه الأرض، هذه القوة الجاذبة للأجسام تسمى الجاذبية، وهى القوة التى تشد (جميع) الأجسام إلى سطح الأرض وتؤدى بالتالى إلى أن يكون لها وزن.

ولقد تأكد نيوتن أيضًا أن قوة الجاذبية الأرضية تتناقص بابتعاد الجسم عن الأرض، فالراكب فى الطائرة وهى فى الجو لا يزن بقدر ما يزن على الأرض، لأن شد الجاذبية له أضعف بالتأكيد، وبعد التفكير الطويل توصل الرجل إلى قانون الجاذبية الشهير: كل شيء له كتلة، يجذب كل شيء آخر له كتلة، وقوة التجاذب بينهما تزيد ازديادًا طرديًا بزيادة أي من الكتلتين، فبزيادة كتلتيهما. وقوة التجاذب التى بينهما تنقص كلما زاد البعد بين الكتلتين، وتزيد كلما نقص البعد بين الكتلتين. فالقوة تتناسب عكسيًا مع البعد، بل لا. لا مع البعد نفسه ولكن مع مربعه. فإذا زاد البعد فكان مترين بعد أن كان مترًا أو كان ألفين من الأميال بعد أن كان الفًا فقوة التجاذب لا تنقص فتكون $\frac{1}{2}$، ولكن تنقص فتصير $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ مما كانت ويطبق هذا القانون بالحساب على ما بين القمر والأرض من تجاذب فيقع الخطأ فى النتائج.

ويحدث التساؤل، أهذا الخطأ فى القانون أم خطأ فى المسافات والكتل؟ ويظهر أن الخطأ كان فى الرقم المعروف عند ذلك لقطر الأرض، ويجرى تعيين جديد لقطر الأرض يجريه الأستاذ بيكار، ويعود نيوتن فيحسب فتظهر صحة القانون، قانون الجاذبية على ما وضعه هو[٥٧].

والحقيقة أن أهمية قانون الجاذبية لا تكمن فيما رآه نيوتن من سقوط التفاحة على الأرض والتجاذب المتبادل بين الأرض والتفاحة. الحقيقة لا تكمن فى هذه الحالة الخاصة، الحقيقة أبعد من ذلك، الأهمية تأتى في الشمول الذي فسّر حركات الكواكب والنجوم والأجرام السماوية القائمة بغير عمد. الجاذبية حفظت الكواكب السيارة الطائرة من خروجها خارج الشمس، بعيداً عنها، الجاذبية حفظت كل الأجرام السماوية فى توازن مستمر، تجرى على وفقها بحساب دقيق ومعلوم.

إذن الجاذبية قانون عام يعمل فى الأرض ويعمل فى السماء ويعمل بين أية كتلة وأخرى فى هذا الكون الكبير.

لقد جاء نيوتن ليكمل ما بدأه كبلر، فهذا الأخير أوضح كيف تتحرك الكواكب السيارة حول الشمس، أما نيوتن فقد بين أسباب هذه الحركة وعلل ما كان غائمًا على من كان قبله.

وبصياغة قانون الجاذبية العظيم اكتملت نظرية مركزية الشمس التى قالها كوبرنيكوس وأصبحت واقعًا ملموسًا ثبتت أركانه فى دنيا العلم.

وكما قلنا كان نيوتن عالمًا مخترعًا مبدعًا متعدد الجوانب والمواهب استوعب ما قاله السابقون من رجال النهضة ومن قبلهم، وبنى فوقه خلاصة عصارة عقله المبدع.

ومن إبداعاته الشهيرة الأخرى صياغة قوانين الحركة الثلاثة، المعروفة باسمه (قوانين نيوتن للحركة) وهي:

القانون الأول: يظل الجسم فى حالة سكون أو حركة منتظمة فى خط مستقيم ما لم تؤثر عليه قوة خارجية.

القانون الثانى: يتناسب التغير فى كمية الحركة مع القوة المسببة لها وتأخذ نفس اتجاهها.

القانون الثالث: لكل فعل رد فعل مساوٍ له فى المقدار ويضاده فى الاتجاه وتعتبر هذه القوانين الثلاثة وقانون الجاذبية العام - المذكورُ من قبل - الأسس الأولى لعلم الميكانيكا.

ومن إبداعاته الأخرى اكتشاف التلسكوب العاكس، الذى استخدم المرآة بدلاً من العدسة، وهو تلسكوب أكثر تطوراً من التلسكوب الأول الكاسر والذى استخدمه غاليلو، ولازال التلسكوب العاكس اليوم من أهم أجهزة المراصد الحديثة (طبعًا بعد تطويره) وقد تحدثنا عنه فى فصل سابق.

ومن إبداعاته أيضًا أبحاثه الطويلة فى تحليل الضوء، واكتشافه انتشاره بواسطة المنشور الثلاثي، فكان نيوتن أول من قدم دليلاً ملموسًا على طبيعة الضوء المركبة. فدرسه عبر انعطافه فى منشور ثلاثى، حيث جعل الضوء الأبيض يمر عبر حيز ضيق إلى منشور ثلاثى ومنه إلى حاجز. واكتشف بهذه الطريقة أن الضوء الأبيض ضوء مركب وأن انعطافه فى المنشور يؤدى إلى تحلله إلى الألوان الأساسية ألوان الطيف المعروفة وهى حسب ترتيب تنازلى: أحمر فبرتقالى فأصفر فأخضر فأزرق فنيلى فبنفسجي. وبعد اكتشافه طبيعة الضوء سعى العلماء لتحليل ضوء الشمس، فاكتشف العالم الألماني فراونهوفر خطوطًا سوداء فى طيف الشمس المتواصل، مما دلت على وجود عناصر كيميائية كما فى الأرض بعد ذلك سعى علماء لتحليل أطياف النجوم. وعرفوا من خلال الخطوط السوداء فى أطيافها أموراً كثيرة، منها درجة حرارة سطحها وتحديد العناصر الكيميائية المتوفرة فيها، وعرفوا أن مكونات النجوم لا تختلف عن مكونات الأرض إلا فى النسب، مما انفتحت أبواب وأبواب.

من هنا يمكن القول إن عقلية نيوتن العلمية كانت ضرورية للتطور العلمى اللاحق.

ومن هنا أيضًا كانت إبداعات نيوتن، من قوانين الحركة، وقانون الجاذبية وتحليل الضوء واكتشاف التلسكوب العاكس. كانت الأكثر تأثيراً فى مسيرة علم الفلك اللاحق، حيث بدأ على أساسها يخطو خطوات طويلة عريضة أكثر من ذى قبل. فتوفر أمام الفلكيين اللاحقين عدد من القوانين والنظريات والإنجازات، وتنحى عن دربه الكثير من العقبات. فبدأ الطريق - إلى حد ما - سهلاً معبداً.

وهكذا واصل اللاحقون المسيرة، وأوصلونا إلى ما نحن فيه من تقدم فلكى مذهل. وكان كل ذلك بفضل خطوات نيوتن الإبداعية.

وأخيراً توفى نيوتن سنة ١٧٢٧، وشُيع فى موكب ملكى مهيب ليذهب إلى مثواه الأخير.

الفصل الثامن

هرشل (يكتشف أورانوس ويتطلع إلى وراء المجموعة الشمسية)

بعد الإنجازات العلمية والفلكية التى حققها نيوتن والذين سبقوه، تسارع التطور الفلكى، فظهرت محطات علمية وفلكية كثيرة ساهمت بشكل أو بآخر فى تطور علم الفلك، فأسس عدد من المراصد الفلكية، منها مرصد باريس سنة ١٦٧١، والمرصد الفلكى الملكى فى جرينيتش سنة ١٦٧٥م، وتقرر أن يمر به خط الصفر للقياسات الطولية للأرض، وأصبحت جرينيتش مركز منظومة التوقيت الدولية. وبرز الفلكى الألماني جورج ايمارت (١٦٦٨ - ١٧٠٥) الذى أسس مرصداً فلكيًا جهزه بأجهزة متنوعة وصمم قبة فلكية صناعية وقدم بحوثًا فلكية مهمة وبرز أيضًا العالم الفلكى الشهير ادموند هالى (١٦٥٦ - ١٧٤٢) الذى تنبأ بالمذنب الذي سمى باسمه (مذنب هالى). والذى ظهر فعلاً بموجب حساباته وتنبؤاته، وأول من وضع جدولاً لنجوم نصف الكرة السماوية الجنوبى. وتطورت التلسكوبات، فتم صنع تلسكوبات أكبر حجمًا وأكثر دقة وإتقانًا. فى هذه الأثناء تمكن الهاوي الفلكى وليم هرشل من صنع تلسكوبات أكثر تطوراً من تلك المعروفة أيامه، واستطاع أن يقدم من خلال تلسكوباته الخاصة انجازات فلكية، كان لها أثر كبير فى تطور علم الفلك.

وكان وليم هرشل راصداً فلكيًا دقيق الملاحظة، شهيراً بين فلكيي عصره. ولد فى مدينة هانوفر فى ألمانيا فى تشرين الثانى سنة ١٧٣٨. ولم يكن هرشل فلكيًا بالأصل، وإنما ابتدأ بدرس الموسيقى، فأصبح موسيقاراً مرموقًا، التحق بفرقة عسكرية فى مسقط رأسه بهانوفر، وحين أكمل التاسعة عشرة من عمره، احتل الفرنسيون مدينة هانوفر سنة (١٧٥٧) ففر إلى إنجلترا، وهناك غير اسمه الألمانى فردريك فلهلم، واتخذ اسمًا إنجليزيًا وليم، وظل يمارس الموسيقى فى إنجلترا. لكنه أحب الفلك كهاو، فبدأ يدرس الفلك والرياضيات وتأثر بروبرت سميث أستاذ علم الفلك بجامعة كمبريدج، وقاده كتابه (كتاب روبرت سميث) (نظام كامل للبصريات) الذي ضم أوصاف الأجرام السماوية من خلال الآلات الفلكية، قاده إلى حرفة أو هواية صنع التلسكوبات بيديه فشمر عن ساعديه ليرى السماء رؤية جديدة أكثر دقة، حيث كان شغوفًا بها.

وبدأ هرشل بصناعة التلسكوبات الكاسرة أولاً، ثم اتجه لصناعة التلسكوبات العاكسة، حيث تميزت هذه الأخيرة بإمكان صناعة فتحات لها أوسع من فتحات الكاسرة، ليستطيع من خلال فتحاتها الكبيرة استيعاب أكبر كمية من الضوء وبالتالى كشف أجرام أكثر خفوتًا، وبشكل أدق.

وفى خريف ١٧٧٣ بدأ يُركب مراياه على التلسكوبات، وفى كانون الثانى (يناير) من العام التالى أتم صنع تلسكوب عاكس بُعد مرآته البؤرى خمسة أقدام ونصف، وهو مقدار كبير حسب مقاييس عصر هرشل. وفى سنة ١٧٧٦ أتم هرشل صنع أول تلسكوب يبلغ بُعده البؤرى ٢٠ قدمًا وقطر مرآته ١٢ بوصة، ثم بنى تلسكوبًا قطر مرآته ١٨ بوصة ثم بنى أكبر من ذلك.

وهكذا تمكن هرشل من صنع عدد من التلسكوبات المختلفة الأحجام، فمنها ما احتفظ به ومنها ما باعه ليزيد دخله.

ومن خلال تلسكوباته التى أبدعتها يداه قدم إنجازات فلكية رصدية كبرى، كانت سببًا فى شهرته واحتلاله مركزًا علميًا مرموقًا، يقول ميشيل هوسكن رئيس قسم تاريخ العلوم وفلسفته بجامعة كمبريدج حاليا، يقول: «ولم يحدث فى تاريخ الفلك قط، أن رصد أحد عددًا من الأشياء السماوية بقدر ما رصد هرشل من خلال مقاريبه القوية، بله محاولته فرزها وتصنيفها»(٥٨). وماذا كانت إنجازاته واكتشافاته من خلال تلسكوباته الخاصة؟ لقد قدم الكثير، اكتشف أجرامًا سماوية وأزال النقاب عن عدد من الظواهر الفلكية، لكن أشهر ما قدمه إلى العالم، هو عثوره على الكوكب السابع أورانوس (Uranus)، فلأول مرة فى التاريخ الفلكى يستطيع عالم فلكى إضافة سيار جديد إلى المجموعة الشمسية. لقد بقيت خمسة سيارات والأرض سادسة، بقيت منذ عرف الإنسان السماء، وكان كشفه هذا سببًا فى شهرته العالمية، وقد تم هذا الاكتشاف فى مساء ١٣ مارس من عام ١٧٨١ (أى قبل حوالى مئتى سنة)، حيث كان منهمكًا فى مسح شامل للسماء، فى ذلك المساء صادف هرشل شيئًا مثيرًا لم يكن نجمًا عاديًا أو نقطة ضوئية، كان ما شاهده قرصًا متألقًا يتزايد حجمه الظاهرى تزايدًا متناسقًا مع قوة التلسكوب المستعمل، وحين فحصه بعد أيام وجد أنه انتقل إلى مكان آخر، فتأكد أنه كوكب جديد من المجموعة الشمسية، واحتمل أن يكون مذنبًا على الرغم من عدم وجود ذنب له، وأخيرًا أعلن أنه كوكب جديد سابع خارج مدار المشترى له مداره الخاص. ثم اقترح الفلكى الألمانى (بود) تسميته (أورانوس) (Uranus).

وباكتشافه هذا أصبح هرشل شخصية علمية شهيرة فى العالم كله، واختير بسبب ذلك زميلاً في الجمعية الملكية فى لندن، وأصبح مقربًا من بلاط الملك جورج الثالث، ومنحه معاشًا ملكيًا، وأصبح الفلكى المقيم للعائلة المالكة.

هذا أهم ما قدمه هرشل على نطاق المجموعة الشمسية، لكن أهمية هذا الفلكى لا تكمن فى هذه النقطة وحدها، هناك نقاط علمية أخرى مهمة جدًا فى حياته، هناك استكشافات تجاوزت المجموعة الشمسية، هذا البيت المتواضع. قياسًا إلى حجم الكون الشاسع.

لقد حررنا من بيتنا الصغير لنطلق خارج هذا البيت، خارج المجموعة الشمسية، لنرى ظواهر سماوية أهم وأغرب مما اعتاد الفلكيون متابعته. كان جل اهتمامنا قبل هرشل منصبًا على وصف الشمس والقمر والكواكب ومداراتها وما إلى ذلك، وحين جاء هرشل فتح لنا آفاقًا وراء هذه المجموعة المتواضعة، فقد قدم لنا من خلال تلسكوباته، الكثير عن الحشود النجمية والسدم الكونية أو بنية الكون. افتتن هرشل بشكل رئيسى بالسدم وراح يتتبعها ما أمكن ذلك، ويشهد على افتتانه بها ما كتبه على الصفحة الأولى من سجل أرصاده الأول: يقول: «رأيت البقعة النيرة فى «سيف الجبار» من خلال العاكس ٢/١ ٥ قدم، ولم يكن شكله كما صوره الدكتور سميث، فى بصرياته، مع أنه شيء شبيه بذلك، وهو بالتقريب كالآتى: لقد كانت «البقعة النيرة» (السديم العظيم) فى كوكبة الجبار (الجوزاء)، الذى اكتشفه ورسمه بالتقريب الفلكى والرياضي الهولندى (ك هايكنز) عام ١٦٥٦»، ورصد هرشل سديم الجبار مرات متعددة بعد ذلك، وفى إحدى المناسبات سجل الملاحظة الآتية: «هناك تغير مرئى فى شكل الجزء النير»[٥٩].

وفى النصف الثانى من القرن الثامن وجد الفلكى الفرنسى شارل ميسيه المهتم بدراسة المذنبات، أن البقع الضوئية المنتشرة فى السماء مزعجة له، فبدأ فى فهرستها لتفادى الخلط مع المذنبات، فتمكن من فهرسة ١٠٣ منها. وجاء هرشل فدرسها ودقق فيها، فكشفت تلسكوباته أن بعضها حشود نجمية، و البعض الآخر، بدا بقعًا ضبابية.

وعلى امتداد عشرين سنة، قضى ليالى فى البرد والرطوبة قرب نهر التايمز، ماسحًا السماء شريطًا شريطًا، وممليًا بصوت مرتفع مواقع السدم وأوصافها على أخته كارولين مساعدته المخلصة على امتداد سنوات عمله فى الفلك، كانت هذه واحدة من أكثر

الحملات بطولة فى تاريخ الفلك الرصدى. ونتج منها فهرسان فى كل منهما ١٠٠٠ سديم، وثالث سرد فيه ٥٠٠ سديم[٦٠].

لقد كان هرشل راصداً من الدرجة الأولى، امتزج رصده مع شغفه بالسماء وحبه للتطلع أبعد مما رأى سابقوه فقدم الكثير عن السماء. ويمكن أن نجمل أرصاده ودراساته الفلكية الأخرى فنقول: إنه عرَّفنا على تابعين من توابع أورانوس سنة ١٧٨٧ وهما، تيتانا (Titania) وأو بيرون (Oberon)، واكتشف أيضًا تابعين من توابع زحل عام ١٧٨٩ هما ميماس (Mimas) وانسيلادوس (Enceladus).

ورصد هرشل سديم المرأة المسلسلة (Andromeda)، بدقة وقدَّر أنه تجمَّع لأعداد هائلة من النجوم وليس مجرد سحابة براقة، إضافة إلى ذلك درس مجرتنا، درب التبانة، الطريق اللبنى (Milky way) وقدَّر شكلها وأبعادها، فكان أول من أعطى المجرة شكل مجر الرحى مع وجود انتفاخ كروي قرب مركزها.

وتابع أيضًا النجوم الثنائية (Double Stars) ووجدها تنتشر فى كل مناطق السماء، ورصد منها أكثر من ٤٠٠ إلى عام ١٧٨٤، ودرس حركاتها وطبق عليها قوانين نيوتن. ورصد أمورًا تطول تفصيلاتها.

لكننا نستطيع أن نقول إن إنجازات هرشل الفلكية كانت ذات طابع شمولى. كان الكون كله ميدانًا (لتجاربه) إن صح القول، ومختبراً لتلسكوباته المتنوعة، فكانت إنجازاته بحق أساسًا متينًا للنظريات الكونية التى تحدثت فيما بعد عن نشوء النجوم والمجرات والكون كله. وتوفى هرشل سنة ١٨٢٢م، وعمره أربعة وثمانون عامًا. وبعده انفتحت أمام علماء القرن العشرين أبواب عميقة الغور.

الفصل التاسع

قرن الفضاء والخلفيات القريبة

كان هرشل حقًا قفزة ضرورية أخرى فى علم الفلك، أخذ بهذا العلم نحو آفاق جديدة لم تكن معروفة فى السابق، فبدأ من خلال تلسكوباته الخاصة فى ارتياد الآفاق البعيدة للكون، فخلف لنا مادة فلكية رصدية دسمة، إضافة إلى ما خلف لنا الفلكيون السابقون.

والحقيقة أن فترة هرشل وما بعده (أى بين القرن التاسع عشر والعشرين حتى منتصفه) وضعت اللبنات الكاملة لعصر الفضاء الذى نعيشه الآن. وما الإنجازات الفلكية الراهنة إلا النتائج السريعة لتلك الإنجازات.

وفى فترة هرشل نفسه كانت هناك جهود فلكية ممتازة قام بها العالم الألمانى فراونهوفر (١٧٨٧ - ١٨٢٦)، استطاع هذا العالم دراسة أطياف النجوم والخروج بمعلومات رائعة عن كيميائها وسُرعها ودرجات حرارتها. ففى سنة ١٨١٤ اكتشف فراونهوفر أن طيف الشمس تقطعه خطوط مظلمة عديدة، ولكنه لم يتمكن من تفسيرها، وجاء غوستاف كيرشوف فأوضح أن هذه الخطوط المظلمة تعود إلى ظاهرة الامتصاص عند العناصر المختلفة فى الشمس، فهى دلائل على وجود عناصر كيميائية مختلفة يمكن معرفتها عن طريق مقارنتها مع أطياف العناصر معمليًا.

وجاءت جهود فردريك بسل (١٧٨٤ - ١٨٤٦) لتضيف إلى المادة العلمية المتراكمة جديداً ودفعة أخرى إلى أمام، فدرس هذا العالم حركة النجوم الذاتية، ودرس أيضًا تمايل محور الأرض وانحراف ضوء النجوم بسببه، واكتشف زاوية اختلاف الرؤية للنجم ٦١ فى كوكبة الدجاجة، فوضع أول طريقة صحيحة لقياس أبعاد النجوم. وفى عام ١٨١٨ أصدر بسل لائحة للنجوم وإحداثياتها الفلكية وأورد أكثر من ٥٠,٠٠٠ نجم.

وفى هذه الفترة ظهر التصوير الفوتوغرافى (الضوئى)، فشكل قفزة نوعية أخرى أثرت في تطور علم الفلك، فدخل في مجال الرصد كعامل مساعد ومنظم للكشوفات الفلكية، فالتصوير الفوتوغرافى يستطيع تسجيل ما يراه التلسكوب وإن لم تنتبه إليه العين، ومن ثم تحسَّن وتطَّور فأصبحت جميع الأعمال فى المراصد الكبيرة تنجز تصويراً، فمسحوا من خلاله السماء رقعة رقعة وشبراً شبراً.

وفى هذه الفترة أيضًا ظهرت كشوفات فلكية مهمة منها اكتشاف الكوكب الثامن نبتون (Neptune)، حيث تم التنبؤ به رياضيًا قبل رؤيته بالتلسكوب، وكان اكتشافه الفعلى سنة ١٨٤٦م، وكان أحد التطبيقات المهمة لقانون الجاذبية.

وتطورت دراسة الأطياف النجمية، فوضع العالم الفلكى كريستيان دوبلر سنة ١٨٤٢ قاعدته الشهيرة ظاهرة دوبلر أو تأثير دوبلر (Doppler effect) والتى يقول فيها إن خطوط الطيف لجرم ما تنحرف نحو الأحمر إذا كان مبتعداً عنا، وتنحرف نحو البنفسجى إذا كان مقتربًا منا، عندما يقارن طيف هذا الجرم مع طيف مماثل على سطح الأرض، وهذا الانحراف يتناسب طرديًا مع سرعة حركة الجرم المعنى.

وكان هذه (الظاهرة) ممهداً مهمًا لنظرية تمدد الكون التى تحدث عنها هابل فيما بعد.

وفى سنة ١٨٦٩ اكتشف الفلكى لوكير خطًا جديداً من خطوط فراونهوفر، ولم يستطع إرجاعه إلى عنصر معروف، وتبين أنه عنصر الهليوم (Helium)، وقد اكتشف هذه العنصر المهم على الأرض بعد ذلك بربع قرن.

وتوافرت أجهزة تكنولوجية جديدة، ساعات متطورة، أجهزة لقياس الحرارة والضوء وغيرها، وظهرت نظريات علمية جديدة، فتراكمت الأجهزة والمعلومات، فكانت ممهداً كافيًا لقفزات علم الفلك فى القرن العشرين، ومن ثم عصر الفضاء فى النصف الثانى منه.

وجاء القرن العشرون، وجاءت معه المفاجآت العلمية والفلكية الكبرى، والتطورات المذهلة. وابتدأت الطفرات والقفزات تتسابق، فبرز علماء وفلكيون أفذاذ، قام على أكتافهم التطور الذي حققه علم الفلك فى الوقت الحاضر، وظهرت قوانين ونظريات علمية وفلكية جديدة، وتقنيات متطورة، فتوسعت آفاق البحث، ومن ذلك التصاميم المتطورة التى وضعها (جورج اليرهيل) (١٨٦٨ - ١٩٣٨) للمراصد الفلكية والتلسكوبات البصرية، فهذا الفلكى الأمريكى الشهير اشتهر ببناء المراصد الضخمة، فصمم مرصد جبل مونت بالومار ومرصد ييركس ومرصد مونت ولسن، وإضافة إلى اهتمامه بالمراصد عرف ببحوثه فى الفيزياء الشمسية، ويعتبر اكتشافه الحقول المغناطيسية فى كلف الشمس من الاكتشافات الفلكية المهمة. وقد أدت المراصد التى صممها هذا الفلكى دوراً كبيراً فى تطور علم الفلك واكتشاف الأغوار البعيدة من الكون.

وفى بدايات هذا القرن انكشفت أسرار المادة، ففى عام ١٩١١ اكتشف الفيزيائى الأمريكى رذرفورد نواة الذرة، فكان اكتشافه الخطوة الأولى فى سبر أغوار المادة وكشف التفاعلات النووية مصدر الطاقة الهائلة في النجوم.

وفى سنة ١٩١٢ اكتشفت العالمة الأمريكية (هنريتا ليفيت) العلاقة بين سطوع النجوم المتغيرة ودورتها الزمنية، وأدى اكتشافها إلى أول خطوة واضحة لتقدير اتساع الكون.

وفى سنة ١٩٢٠ دخل جهاز مقياس التداخل (Interferometer) إلى المراصد لقياس المسافات بين نجمين متقاربين، ولقياس أحجام بعض النجوم العملاقة، فقدر قطر أبط الجوزاء بحوالى ٣٥٠ مرة قدر قطر الشمس (قطر الشمس يبلغ ٨٦٤٠٠٠ ميل تقريبًا).

وفى العشرينات من هذا القرن قدّم العالم الفلكى ادوين هابل (١٨٨٩ - ١٩٥٣) قانونًا كونيًا مهمًا تحدث فيه عن تمدد الكون، فأكد أن المجرات تنتشر فى هذا الكون كما لو كانت على سطح مساحة مكورة، وهذه المساحة تتمدد باستمرار كبالون ينتفخ، لهذا تبدو المجرات كنقاط على البالون المنتفخ تبتعد كلها بعضها عن بعض، وبين أن سرعة المجرات بعضها من بعض تتناسب طرديًا مع المسافة بين هذه المجرات، أى أن سرعة المجرات تزداد كلما زادت المسافة بين مجرتين. ومن إسهامات هابل أيضًا ارصاده المنظمة للمجرات الخارجية فدرس وألف فى المجرات الخارجية والسدم المجرية اللامعة والمجرات اللولبية بوصفها مجموعات نجومية.

وفى العشرينات من هذا القرن أيضًا، بدأ العلماء ولأول مرة بوضع اللبنات الأولى لعلم الكون (Cosmology)، وصياغة نظرية (صحيحة) عن نشوء الكون وتطوره، قائمة على أسس علمية صحيحة، وكانت النتيجة أن قدم العالم البلجيكى (جورج لومتر) فى سنة ١٩٢٧م نظرية الانفجار العظيم (Big Bang) التى فسرت بداية الكون فى الزمان والمكان، وكان لقانون هابل فى التمدد الكونى ونظريات اينشتاين فى النسبية - التى سنتحدث عنها فى نهاية الفصل - دور فى الدراسات التى دارت حول بداية الكون وتطوره.

وفى سنة ١٩٣٠ اكتشف (كلايد تومبو) الكوكب السيار التاسع من كواكب المجموعة الشمسية، وهو بلوتو (Pluto)، أبعد الكواكب السيارة، بعد أن نشر العالم برسيفال لوويل استنتاجه حول موضع الكوكب الجديد سنة ١٩١٤.

وفي هذه الفترة من القرن العشرين تبين وجود موجات راديوية في أعماق الكون، فقد اكتشف الفيزيائي الأمريكي (كارل جانسكي) عام ١٩٣١ خلال أبحاثه في مشكلات الاتصالات الراديوية، اكتشف وجود موجات راديوية قادمة من مركز مجرتنا. من هنا تفرع فرع جديد ليصبح علم فلك الراديو (Radio Astronomy)، في الخمسينيات من هذا القرن، ومهمة هذا (الفلك الجديد) اكتشاف الأجرام السماوية المحجوبة عنا بطبقات من الغبار والغاز الكونيين، أو تلك البعيدة جدًا عنا، حيث تطلق أمواجًا كأمواج الراديو لا تراها العين، يتعذر كشفها بالتلسكوبات البصرية التي تجمع الضوء وحده.

وقد صممت لذلك تلسكوبات راديوية (Radio telescopes) لاستقبال الموجات الراديوية، فكشفت هذه التلسكوبات أجرامًا ومجرات وظواهر كونية كانت خافية علينا دهرًا طويلاً وأدت هذه التلسكوبات خدمات جليلة في علم الفلك زادت كثيرًا من تطور الدراسات الفلكية الراهنة، وأشهر تلسكوب راديوي هو تلسكوب جوردل بانك في إنجلترا.

وفي بداية القرن العشرين اختمرت فكرة إنشاء الصواريخ فبدأت بأفكار نظرية ومراحل تطبيقية أولية لتنتهي ببناء صواريخ عملاقة حملت السفن الفضائية إلى آفاق بعيدة في المجموعة الشمسية والكون.

وقد ابتدأ في مطلع هذا القرن عدد من العلماء بدفع فكرة بناء الصواريخ إلى أرض الواقع، وأشهرهم أربعة من كبار العلماء: جانسدت الألماني وتشيولكوفسكي الروسي وجوادارد الأمريكي واوبرت الروماني، ثم توالى على تطويرها مئات من العلماء والمهندسين، لتصل إلى ما وصلت إليه الآن من مراحل متقدمة.

وكانت الصواريخ الأولى، ذات طاقات محدودة وارتفاعات متواضعة، وتطورت شيئًا فشيئًا، فظهرت الصواريخ المتعددة المراحل التي تتألف من صاروخين أو أكثر، حيث يوفر صاروخ المرحلة الأخيرة السرعة المطلوبة.

ولقد لعبت الصواريخ أعظم دور في تطور علم الفلك، فكانت القوة الدافعة لوضع الأجهزة العلمية وجهًا لوجه أمام الفضاء.

حقائق كثيرة ونظريات أكثر، وحشد كبير من الأجهزة العلمية والتكنولوجية، جاءت نتيجة عقول وجهود وليال مضنية وسهر طويل. ممهدات كانت ضرورية لازمة لبناء الفلك الراهن.

وفى الخمسينيات من هذا القرن نفسه وصلت التراكمات العلمية والتكنولوجية حدًا كان لابد معه أن ينتقل علم الفلك إلى مرحلة جديدة أخرى، مرحلة مغايرة لما سبق، فكانت النقلة النوعية المذهلة، لقد انطلق الفلك إلى الفضاء، لقد أطلق الصاروخ الروسى الأول يحمل القمر الصناعى سبوتنك (Sputnik - 1) فى تاريخ ٤ أكتوبر سنة ١٩٥٧.

لقد كان ذلك اليوم نقطة فلكية حاسمة تأكد فيها عصر الفضاء وخرج الفلك من نطاق النظريات والتجارب البسيطة إلى الطيران الحقيقى خارج الكرة الأرضية لتتوالى بعد ذلك أنماط مختلفة من الأقمار الصناعية والسفن الفضائية والمركبات والسوابر والأجهزة الفلكية الأخرى لتقرأ الفضاء وجهًا لوجه.

وقبل أن ننتقل إلى الفصل اللاحق، لا بد من الحديث عن أكبر شخصية علمية فى القرن العشرين، بل أكبر شخصية علمية فى التاريخ كله. ذلك هو أينشتاين، لقد تجاوزناه، وكان من حقه علينا أن نتحدث عنه ضمن الحديث عن المنجزات التى تمت فى بداية القرن العشرين، لكننا أردنا أن نحجز له مساحة خاصة لأهميته العلمية الكبيرة، وأثره الهائل فى تطور علم الفلك والدراسات الكونية الحديثة.

وألبرت أينشتاين عالم فيزيائى رياضى فلكى، عاش إلى عهد قريب فقد ولد سنة ١٨٧٩ وتوفى سنة ١٩٥٥م.

ولد فى مدينة أولم جنوب ألمانيا وانتقل مع أهله إلى ميونخ، ودخل كلية زيورخ وتخرج فيها حاصلاً على شهادة الدكتوراه سنة ١٩٠٠م وفى عام ١٩٠٥ صدع بنظرية النسبية الخاصة، فابتدأت شهرته وعبقريته ونال عام ١٩٢١ جائزة نوبل فى الفيزياء لبحوثه على ظاهرة (الكهروضوئية).

درس أينشتاين فى عدد من جامعات العالم، جامعة زيورخ، جامعة براغ، المعهد التكنولوجى فى سويسرا، معهد كايزر فى ألمانيا، معهد الدراسات المتقدمة فى جامعة برنستون فى أمريكا، وتجنس بالجنسية السويسرية، وبالجنسية الأمريكية، إضافة إلى جنسيته الألمانية.

وأينشتاين عالم عبقرى، متعدد الجوانب والمواهب له أكثر من نظرية واكتشاف، لعبت أفكاره العلمية دوراً خطيراً فى تطور العلم الراهن، ولازالت آثارها كبيرة حتى اليوم، فهى التى بدلت صورة الكون القديم إلى الصورة الراهنة التى يعرفها الجيل الحاضر، وأشهر أعمال أينشتاين النسبية الخاصة والنسبية العامة.

١ - نظرية النسبية الخاصة (Special Relativity)

أعلن عن هذه النظرية سنة ١٩٠٥م وعمره آنذاك ست وعشرون سنة، وفيها أدمج الزمان بالمكان وتحدث عما أسماه بالزمكانية (Spacetime)، معتبراً الزمان والمكان وحدة واحدة لاغنى لأحدهما عن الآخر، فلا يمكن أن نتحدث عن الزمان دون المكان، ولا عن المكان دون الزمان مستنتجًا من هذا الدمج وهذه الوحدة أعظم قانون عرفه البشر فى القرن العشرين، وهو: المادة هى الطاقة، والطاقة هى المادة، ووضع معادلة عرفنا بمقتضاها، قدر الطاقة من قطعة مادة أيا كان نوعها، مدخلاً فيها سرعة الضوء. وأكد أيضًا أن الطاقة يمكن أن تتحول إلى مادة بقلب المعادلة.

أما سرعة الضوء فهى سرعة كونية قصوى لا تفوقها سرعة، وهى ٣٠٠,٠٠٠ كيلومتر فى الثانية.

٢ - نظرية النسبية العامة (General Relativity)

وهى امتداد وتوسيع للنسبة الخاصة أعلن عنها بعد أحد عشر عامًا من إعلانه النظرية الأولى. أى سنة ١٩١٦، وفى النسبية العامة خالف قوانين نيوتن فى الجاذبية، فاستغنى عن القوة الكامنة فى الأجسام فى جاذبيته (نيوتن)، وقال بفكرة المجال كقوة تؤثر عن بعد والنظرية تؤكد أن الأجسام المادية تنتج انحناء فى الفضاء يكون مجالاً للجاذبية، وأن مسار أى جسم في المجال يحدده هذا الانحناء. وتوصل أينشتاين رياضيًا إلى أن مسار شعاع ضوئى ينحرف بتأثير الجاذبية، وقد أيدت هذه الفكرة المشاهدات التى أجريت على الضوء الصادر من النجوم فى أثناء أكثر من كسوف شمسى.

وقد استنتج أينشتاين من خلال الحقائق الفلكية المعروفة والجهود العلمية الشخصية أن الكون ليس كما ظنه العلماء أنه كون لا نهائى، إنما هو كون محدود مقرراً أن التركيب الهندسى للكون ككل يجب أن يتشكل بتأثير مجموعة الأجرام المادية فيه.

فكل جرم وكل مجرة كونية لا بد أن تخلق حولها وبين نجومها تحويرات محلية وغير منتظمة وكلما زاد تركيز المادة زاد انحناء الفضاء، أو (الفضا زمن). والنتيجة النهائية أن يصبح متصل الفضا زمن كله منحنيًا تابعًا التحويرات والانحناءات الناتجة عن مجموعة الأجرام المادية فى الكون، ويصبح الكون كله مقفلاً على نفسه والنتيجة أن الكون محدود.

لم يقتصر أينشتاين على النسبيتين، وإنما كانت له دراسات رياضية وفيزيائية وكونية. وفى أخريات عمره فى سنة ١٩٥٠ وضع نظرية المجال الموحد جاعلاً الذرة وقوانينها والكون ونظامه يتبعان قوانين واحدة.

لقد كان أينشتاين عالمًا ثائرًا بكل معنى الكلمة، ثائرًا على المعطيات العلمية القديمة استطاع بعبقريته وعقليته المتفتحة أن يضفى نزعة شمولية على فيزياء القرن العشرين، وأن يغير كثيرًا من المفاهيم العلمية السائدة. ومن ذلك غير نظرة الإنسان إلى الكون، فالكون بعد أينشتاين أعمق بكثير من الكون الذى كان قبله، وهذا أكبر أثر خلفه الرجل فى دنيا الفلك.

هذا هو القرن العشرون وهذه أهم إنجازاته إلى ما قبل التحليق فى الفضاء، إلى ما قبل الانعتاق من قيود الأرض لكن القيود مهما كانت قوية وشديدة فالعلم والتكنولوجيا أقوى منها وأشد بأسًا، ففى الرابع من أكتوبر عام ١٩٥٧ - كما ذكرنا- انطلق أول قمر صناعى من عقال الأرض كاسرًا القيود والحدود واحدًا واحدًا وبذا دخل علم الفلك الفضاء من أوسع أبوابه.

الفصل العاشر

الفلك ينطلق من عقال الأرض

تشكل مسألة الخروج من الأرض والانطلاق خارج الغلاف الغازى، بعيداً عن الجاذبية الأرضية أبرز نقطة فى علم الفلك فى النصف الثانى من القرن العشرين.

فعلى الرغم من التطور المستمر لعلم الفلك والإنجازات والاستكشافات العريضة التى تحققت على الأرض تبقى مسألة الخروج إلى (السماء) هى الأهم فى تاريخ علم الفلك، فبالخروج من الأرض تخلص الفلك من عقبات كثيرة، وقفت حائلاً دون تطوره ورؤية المادة الفلكية وجهًا لوجه.

وبالانطلاق خارج الغلاف الجوى الأرضى استطعنا أن نرى (السماء) (على حقيقتها)، فلا غبار ولا بخار ولا أية مواد يمكن أن تحجب الرؤية المباشرة.

وبالخروج استطعنا أن نحقق أموراً كثيرة واستطعنا أن نرى الأرض كما خلقها الله، ليست دائرية كاملة الاستدارة، وإنما هى كمثرية الشكل (Pear shaped) يمتد عنقها صوب القطب الشمالى، وليست مستوية عند القطبين كما كان يظن من قبل. وبالانطلاق نحو السماء استطعنا رؤية ولمس الأجرام السماوية القريبة، بشكل مباشر، واقتطاع مواد كونية منها لنضعها تحت طائلة مختبراتنا الأرضية. وبالخروج والانطلاق ربحنا أموراً كثيرة تفوق الحصر.

لقد حلم الإنسان أن يخرج من الأرض، وفشل فى كل محاولاته، إلا فى خياله، فطار وابتعد ووصل القمر وأبعد من القمر، لكنه سراب، أحلام، ترضي الطموح ولا ترضى العقل.

وفى الخمسينات من هذا القرن، بدأ الجد في العمل، فتحققت الأحلام وتحققت الخيالات فصارت واقعًا ملموسًا لا غبار عليه، كان من نتائجه اللاحقة أن وطأت أقدام الإنسان الأرضى سطح القمر بصورة مباشرة وانتهت الأحلام وانتهت الخيالات.

وبخروج الإنسان من الأرض انتقل الفلك إلى الفضاء وأصبح الحديث الأكثر جاذبية، هو حديث الفضاء والأقمار الصناعية والسفن الفضائية، فتولد ما يمكن أن نطلق عليه علم الفلك الفضائى.

لقد خرج الإنسان من الأرض لدراسة الفضاء، قبل ٤ أكتوبر سنة ١٩٥٧، اليوم الذى أطلق فيه أول قمر صناعى خارج الغلاف الغازي الأرضي لكنه بقى فى حدود جو الأرض وغلافه، فلم يمتلك أجهزة كافية تنقله إلى أبعد مما وصل إليه، وحين بدأ فى محاولاته للانطلاق خارج الغلاف والجاذبية الأرضية تطلب الأمر أن يوفر عدداً من الأمور، أن يوفر سرعة كافية للدفع والانفلات من جاذبية الأرض، وهذا ما تطلب أن يكتشف وقوداً أكثر فاعلية لدفع المحرك، وتطلب الأمر أيضًا أن يصنع مركبات تصلح للسير فى فضاء فارغ خارج الغلاف الغازي، ومن ثم أجهزة دقيقة توفر السيطرة على المركبة وتوجهها توجيهًا محكمًا حتى لا تخطىء أهدافها.

وفكر العلماء وجهدوا، فتوصلت حساباتهم، أن الأمر ممكن فصنعوا صواريخ بسرعات عالية استطاعت التغلب على جاذبية الأرض، وبالتالى انفلتت من جو الأرض وقيوده المزعجة، ووضعت أقمارًا وسفنًا فضائية دارت حول الأرض وأخرى انطلقت إلى الفضاء إلى أبعد من المدار الأرضى.

والحقيقة أن مبدأ الصاروخ ليس كشفًا جديداً، فقد عرفه الصينيون (بشكل مبسط) قبل الميلاد، وأشار نيوتن فى مطلع القرن الثامن عشر إلى إمكان استخدامه فى غزو الفضاء، وأخيراً وفى مطلع القرن العشرين تطورت فكرة الصواريخ ودخلت حيز التطبيق على يد جماعة من كبار العلماء - كما مر بنا- لكننا وكما قلنا بقيت فعالياتها محدودة فى حدود وقيود، كانت بحاجة إلى تكنولوجيا أكثر تطوراً لتنقلها إلى الفضاء.

وحين توافرت القدرة الكافية، وحين توافرت الصناعة الفضائية اللازمة، من أجهزة علمية وكمبيوترية، ابتدأ العمل الجدى، وابتدأ الغزو الحقيقى للفضاء.

وفى البداية أرسلت أجهزة علمية إلى أجواء الأرض العليا بواسطة صواريخ دون الارتفاع فوق الغلاف، ففى عام ١٩٥٦ أرسل أول مرقب فى صاروخ إلى أجواء الأرض العليا، لكن الصاروخ وحده لا يتمكن من إعطاء النتائج إلا خلال دقائق معدودة، عندما يصل إلى قمة مساره وقبل سقوطه على الأرض بثانية، لذلك لم يكن وسيلة مناسبة للاستكشاف، كان لا بد من صنع وسيلة ملائمة تستطيع البقاء طويلاً، حتى تتمكن من مشاهدة الظواهر الفلكية والأرض وغيرها، فكان القمر الصناعى، كان الوسيلة المناسبة للقيام بالمهام الفضائية.

ففي عام ١٩٥٧ توافرت الصواريخ اللازمة، وتوافرت معها الأقمار الصناعية اللازمة أيضًا، وابتدأ إطلاق الأقمار الصناعية ليتطور إلى سفن فضائية تجوب السماء.

وهنا لابد أن نقول، إن إنجازات بمثل هذه التقنية العالية ليست سهلة على الإطلاق، أولاً لا بد لنا أن نأخذ في الاعتبار سرعتين حرجتين، فلكي يحافظ القمر الصناعي على مداره لا بد له أن يصل إلى سرعة ١٧٥٠٠ ميل في الساعة، وعندما يصل القمر الصناعي إلى هذه السرعة آخذًا الاتجاه الصحيح فسيستمر إلى الأبد، لأنه لا عائق يعوقه عن السير، فإذا قلّت سرعته نتيجة لاحتكاكه ببقايا الغلاف الغازي فسيحترق ويسقط كما تسقط النيازك، وثانيًا ولكي يفلت الصاروخ تمامًا من الجاذبية الأرضية، لا بد أن يتخذ سرعة ٢٥,٠٠٠ ميل في الساعة، فهي السرعة الضرورية لإفلات أي جسم من الجاذبية الأرضية، وهناك صعوبة أخرى تتعلق بتوجيه الصواريخ بعد إطلاقها، وغيرها من الصعوبات.

وقد تغلب العلماء بالفعل على هذه الصعوبات وأرسلوا أقمارًا صناعية تفاوتت في بقائها في مدارها حول الأرض، فبعضها يدور في مداره عدة أيام ثم يحترق من الاحتكاك بهواء أعالي طبقات الغلاف الهوائي، والبعض الآخر يدور في مدارات عالية تسمح له أن يظل في دورانه عدة سنوات، بل إن بعضها مصمم لأن يبقى في دورانه لأجيال طويلة.

والقمر الصناعي جرم تابع صنعه الإنسان ليدور حول الأرض أو حول أي كوكب آخر، يدور في مدار اهليليجي بيضوي، كما يدور القمر الطبيعي حول الأرض والمدار الأقرب يسمى (الحضيض) أما المدار الأبعد، أي عندما يعلو عاليا فيسمى (الأوج) وتختلف بنيته وشكله حسب المهمات المنوطة به، وتختلف أحجامه من كرة سلة إلى أكبر من ذلك بكثير، ويحمل القمر الصناعي مجموعة من المعدات والأجهزة (ميكانيكية، إلكترونية، هوائيات، لوحات شمسية وما إلى ذلك)، وتقوم الآلات التي يحملها بجمع المعلومات وإرسالها إلى الأرض ليحللها العلماء.

أما خدماته الفلكية، فأكثر من أن تحصى إضافة إلى خدماته غير الفلكية الكثيرة، لقد جمعت الأقمار الصناعية ثروة كبيرة من المعلومات الفلكية، كانت حقًا ثورة كبيرة في علم الفلك، ويمكن أن نذكر منها: قياسها لشدة الأشعة الكونية (Cosmic rays)، واكتشاف حزامي فان ألن (وهما حزاما إشعاع يحيطان بالأرض). وقياسها للمجال المغناطيسي الأرضي وقياسها للنشاط الشمسي، وكثافة الشهب والنيازك في الفضاء، ودراستها للطبقة

العليا من الغلاف الجوى (الأيونوسفير) وتصويرها شكل الأرض بالشكل الحقيقى، واكتشافها وجه القمر المخفى وتصويره نقطة نقطة وأمور أخرى يطول ذكرها.

والآن من الذى أطلق أول قمر صناعى وما هى مواصفاته؟

الحقيقة كان هناك تنافس بين الدولتين القادرتين على ذلك، وهما روسيا وأمريكا، فهذه الأخيرة كانت قد خططت لإطلاق قمرها الصناعى الأول كجزء من برنامج السنة الجيولوجية الفيزيائية العالمية، ١٩٥٧-١٩٥٨، لكن العالم فوجئ بإطلاق أول قمر صناعى من الاتحاد السوفيتى، وكان ذلك فى ٤ تشرين الأول سنة ١٩٥٧، وكان أول جسم أرضى يرتفع خارج الغلاف الغازى ليأخذ مداره حول الأرض، واسم ذلك القمر (سبوتنك واحد(Sputnik-1)، وهو عبارة عن كرة قطرها ٢٣ بوصة، وتزن ١٨٤ باوند وتدور فى فلك اهليليجى يبلغ أوجه ٥٨٨ ميلاً وحضيضه ١٤٢ ميلاً، وقد بلغت دورته المدارية ٩٦ دقيقة، ولما كان حضيضه قريبًا من الغلاف الغازي تسبب من احتكاكه بطء فى سيره فتغير مداره ببطء حتى هبط أخيراً فى ٤ كانون الثانى سنة ١٩٥٨ إلى طبقات الجو الأشد كثافة واحترق بسبب الاحتكاك كما تحترق الشهب وانتهى أمره، وبعد شهر واحد، فى ٣ تشرين الثانى ١٩٥٧ دفع الروس قمرهم الصناعى الثانى (Sputnik-2) حاملاً الكلبة (لايكا) التى ظلت حية مدة سبعة أيام ثم ماتت.

لقد كان إطلاق القمرين الروسيين أمرًا مثيرًا حقًا، وسبقًا علميًا زمنيًا وهذا ما دفع أمريكا إلى رصد ميزانية كبيرة لبرامج الفضاء الأمريكية، لكى لا يستفرد الاتحاد السوفيتى فى الحلبة فشمر الأمريكيون عن سواعدهم كى يلحقوا أو يسبقوا الروس، وما إن مضت أربعة أشهر تقريبًا حتى دفع الأمريكيون أول أقمارهم الصناعية (اكسبلور - ١) (Explorer-1) أو (الكاشف - ١)، وكان فى ٣١ كانون الثانى سنة ١٩٥٨، دفعوه إلى الفضاء.

بعد تلك الفترة توالى قذف الأقمار الصناعية إلى الفضاء من الجانبين الأمريكى والروسى، على شكل سلاسل دار بعضها حول الأرض وآخر حول القمر وبعضها ذهب إلى الفضاء، وفى خلال ذلك أرسل العديد من الحيوانات، وما إن جاءت سنة ١٩٦١، حتى فاجأ الروس العالم مرة أخرى بإرسال أول إنسان إلى الفضاء الخارجى.

ففى ١١ نيسان من سنة ١٩٦١ أصبح (يورى جاجارين) أول رائد للفضاء فى العالم، فى مركبة فوستوك -١ (Vostok -1) التى تزن ٤ أطنان وثلاثة أرباع الطن، فقد دار دورة

واحدة حول الأرض على ارتفاعات تتراوح بين ١١٢ و٢٠٣ أميال في ساعة و٤٨ دقيقة وهبط سالمًا على الأرض وقد أثبت في رحلته هذه أن الإنسان قادر على تحمل التسارعات وانعدام الوزن والإشعاع وغير ذلك من الأخطار المتوقعة . وكانت الرحلة الروسية دافعًا آخر لاستنهاض همم الأمريكيين ، ولتلافي نقطة الضعف هذه (عدم مساواتهم لنظرائهم) اندفع الرئيس السابق جون كنيدي ليتبنى تشجيع الأبحاث الفضائية الأمريكية ، فوضع خططًا طويلة الأمد تهدف إلى إنزال رواد أمريكيين على سطح القمر في نهاية الستينات . وفي ٥ آيار سنة ١٩٦١ حلق أول إنسان أمريكي في الفضاء ، وكان ذلك (ألن شبرد) وبقي مدة ١٥ دقيقة صعودًا وهبوطًا ، على علو ١٢٠ ميلاً انفلت خلالها من تأثير الجاذبية وعرف تأثير مرحلة انعدام الوزن ، وأعقبه الأمريكي الثاني (جريسوم) في رحلة مشابهة .

وسوف لا ندخل في إحصاء ما تبع هؤلاء ولا في إحصاء ما أرسل من أقمار وسفن فضائية يكفي لموضوعنا أن نذكر أهم النقاط التي لمعت في عمليات الفضاء ، لنصل آخر الأمر إلى مرحلة النزول على سطح القمر .

كانت الدولتان العظميان هما الدولتان الوحيدتان اللتان ساهمتا مساهمة فاعلة في تطور علم الفلك أو الفضاء ، وكانت المنافسة على أشدها في السباق نحو المجد الفضائي ، وكانت الحرب (إن صح التعبير) سجالاً مرة لهؤلاء ومرة لهؤلاء .

الاتحاد السوفيتي : كان الاتحاد السوفيتي سبَّاقًا في تسجيل التقدم في الفضاء ، وتميز هذا التقدم في الستينيات بالتفوق على أمريكا ، لكن انقلب الميزان بتقدم البرامج الأمريكية التي أعلن عنها كنيدي أما أهم رحلاته فيمكن إجمالها :

- برنامج فوستوك : وقد أطلق ست سفن فضائية كان أولها رحلة جاجارين ، وكانت آخرها فوستوك ٦ ، رحلة الفضائية فالنتينا تيريشكوفا .

- برنامج فوسخود ، وتمت في هذا البرنامج رحلتان ، حملت الأولى ثلاثة رواد إلى الفضاء ، والثانية حملت رائدين فقط ، وفي الثانية انطلق (ليونوف) خارج السفينة من باب فتحه في جانبها ، وظل يسبح في الفضاء وهو مربوط إلى سفينته بحبل .

- برنامج سويوز . وهو البرنامج السوفيتي الثالث ابتدأ سنة ١٩٦٧ ، وقد بدأت الرحلة الأولى بكارثة وفاة فلاديمير كوماروف في ٢٣ نيسان ١٩٦٧ عند ارتطام سفينته بالأرض بسرعة عالية . ثم حقق هذا البرنامج عددًا من الانتصارات العلمية .

امريكا : وضعت وكالة ناسا (NASA) مخططًا تضمن ثلاثة برامج، الواحد مقدمة للآخر، وقد دفع هذه البرامج الرئيس السابق كنيدى، وقد عرض مشروعه على الكونجرس في مايو ١٩٦١ تحت عنوان (رسالة الفضاء) ونجح فى التغلب على أصوات المعارضة التى كانت تستكثر الاعتمادات المرصودة لمشروع أبوللو (Apollo) وهى ٢٥ بليونًا من الدولارات.

أما البرامج فهى :

- برنامج سفن الفضاء من طراز ميركورى، ولقد تم على وفق مشروع ميركورى إطلاق ست وعشرين رحلة فضائية تم ست منها بواسطة رواد من البشر، كما تم إطلاق أربع أخرى بواسطة قرود تجارب، أما التجارب الأخرى فقد تمت بدون ركاب في السفينة، وقد تكلل بعض هذه الرحلات بالنجاح وفشل البعض الآخر.

- برنامج جيمنى ويعتبر هذا البرنامج امتدادًا لبرنامج (ميركورى) وقد تم القيام باثنتى عشرة رحلة مدارية بسفن جيمنى، وكانت الرحلتان الأولى والثانية بدون رواد، واعتبارًا من جيمنى ٣ حتى ١٢ طار فى كل رحلة رائدان، وقد تم فى هذا البرنامج عدة مهمات فضائية.

- أما برنامج أبوللو، فهو الأهم من كل البرامج. وسنتحدث عنه فى الفصل اللاحق، لأنه نقطة حاسمة فى علم الفلك.

الفصل الحادى عشر

النزول على القمر نقطة حاسمة فى تاريخ الفلك والفضاء

لم يعد القمر ذلك الجسم البلورى أو الاثيرى الذى تصوره اليونانيون .

لم يعد عنصراً خامسًا من جنس الفلك ، ذلك الجنس الذى لا يخضع (للكون والفساد) لا يخضع للتحلل والخراب ، الجنس المغاير لطبيعة الأرض الفانية الزائلة .

لم يعد كذلك اليوم أبدًا ، إنه تراب ورمال وأحجار تتآكل وتتلف كما هو حال الأرض .

وآه غاليلو قبل حوالى أربعة قرون رآه بمنظاره المقرب المتواضع فوجده مادة عادية من جنس الأرض لا يختلف فى شيء ، لكن رجال الكنيسة المتزمتين لم يصدقوا قوله ، ولم يرضوا بما رأى فحاربوه وسجنوه وحاولوا حرقه .

وفى العصر الحاضر ، وقبل تسع وعشرين سنة بالضبط ، تحقق ما قاله العالم الكبير غاليلو ، لا بالعين والعقل وحدهما ، كما كان غاليلو ، حيث لا يملك غيرهما ، وإنما تحقق ما قاله بالفعل ، بالحس المباشر بالتماس الحقيقى ، بنزول الإنسان على سطح القمر ، فوجده أرضًا كأرضنا ، وجبالاً كجبالنا ، ومنخفضات ومرتفعات وأتربة وصخوراً وخزعبلات كما فى أرضنا ، والفرق كل الفرق فى الدرجة .

ولم تأت هذه الحقيقة العلمية ، وهذه الرؤية واللمس المباشر من عدم ، وإنما من خلال الجهود العلمية والتكنولوجية الطويلة . فبعد تراكم المعلومات والخبرات الطويلة ، وضعت البرامج تلو البرامج ، ليصل الإنسان فى المرحلة الأخيرة إلى القمر ، نفس القمر ، أرضه الشبيهة بأرضنا ، يطأه الإنسان بأقدامه ويقتطع منه أحجاراً كأحجارنا ، وكان الفعل والحقيقة بين ١٦ تموز - ٢٤ تموز فى عام ١٩٦٩ ، وكان يومًا حاسمًا ومثيرًا فى تاريخ علم الفلك كله .

وقد سبق نزول الإنسان على القمر عمليات فضائية تمهيدية عديدة نذكر منها :

- إطلاق القمر الصناعى الروسى (لونيك ٣) ، وكان أول قمر صناعى يصور أجزاء من الوجه المعتم للقمر على مسافة تتراوح بين ٧٠٥٢٢ - ٨١٩٥٨ كيلومترًا ، وكان ذلك أول مرة فى التاريخ وتم الأمر فى ٤/ ١٠/ ١٩٥٩ .

- وتلا ذلك عدد من الأقمار والمركبات الأمريكية والروسية، منها سلسلة أقمار رينجر الأمريكية التي استخدمت التصوير البصرى والأشعة تحت الحمراء وغيرها، وأشهرها رينجر ٧ الذى أُطلق فى ٣١/ ٧/ ١٩٦٤ والذى حط فى بحر الغيوم، وقام بتصوير أكثر من ٤٠٠٠ صورة تلفزيونية للمنطقة، التقط معظمها على مسافة ٢١٨٠ كيلومتراً.

وفي ٢ حزيران سنة ١٩٦٦ هبطت السفينة الفضائية الأمريكية سيرفيور ١ (المساح) برفق فوق سطح القمر وأرسلت آلاف الصور التى التقطتها بأجهزتها.

وفي ايلول سنة ١٩٦٨ دارت المركبة الفضائية الروسية غير المأهولة (زوند ٦) بنجاح حول القمر وعادت سالمة إلى الأرض وأعيدت التجربة بعد ذلك بشهرين بالمركبة زوند ٦ وأعلن فيما بعد أن المركبتين كانتا تحملان مخلوقات حية كالسلاحف، ولم تصب بأذى.

ومنذ أواخر عام ١٩٦٨ وأوائل عام ١٩٦٩ بدأ الأمريكيون خاصة يجرون تجاربهم الفضائية بمركبات من طراز أبوللو تمهيداً للرحلة التاريخية الأولى بمركبة مأهولة بثلاثة ملاحين إلى القمر ونزول اثنين منهم على سطحه.

وفي ٢١ كانون الأول سنة ١٩٦٨ انطلق الرواد الثلاثة فرانك بورمان ووليم اندروز وجيمس لوفل، فى أول رحلة فضائية مأهولة إلى مدار حول القمر على متن المركبة الفضائية أبوللو ٨، ودخل الرواد عشية الميلاد فى مدار حول القمر على ارتفاع ٦٥ ميلاً عن سطحه، واتموا عشر دورات حوله قبل شروعهم فى رحلة العودة إلى الأرض.

ثم تلت هذه الرحلة الفضائية الناجحة رحلتا أبوللو ٩ وأبوللو ١٠ اللتان أجريتا بعض الاختبارات فى مدارين حول الأرض والقمر على التوالى لتليهما الرحلة (المعجزة) رحلة النزول البشرى على سطح القمر، وكانت أبوللو ١٠ اقتربت إلى ٤, ١٤كيلومتراً من القمر.

لقد وفر مخططو برنامج أبوللو كل شيء من أجل النتيجة فتميزت رحلات المراحل التمهيدية بالطيران قريباً من سطح القمر لتصوير فوهاته المتنوعة وشقوقه المتباينة، حتى تتم عملية النزول البشرى وجمع العينات الصخرية اللازمة، وقد تميزت سفن أبوللو خاصة بسعتها لتستوعب مستلزمات الحياة لثلاثة رواد إلى جانب الأجهزة والمعدات اللازمة، فكانت الأمور معدة تماماً للنزول على سطح القمر.

وكانت هذه التمهيدات والمقدمات ضمن برنامج علمى مدروس أعلن عنه الرئيس الأمريكى السابق كنيدى - كما ذكرنا- أعلن بأن الاستراتيجية الأمريكية تستهدف الوصول

إلى القمر والنزول على سطحه قبل سنة ١٩٧٠ . ولم يعلن مثل هذا البرنامج فى الاتحاد السوفيتى على الرغم من الزيارات المتكررة للقمر، والتى تمخضت أخيراً عن نزول(لونا ١٦) على القمر وجلب عينات من صخوره بعد سنة من نزول الإنسان الأول على القمر.

وكانت الحصيلة كبيرة، الحصيلة التى قدمتها الأجهزة الأمريكية والروسية، فتم تصوير الوجه المخفى للقمر ومعرفة نقاطه واحدة واحدة، وكذلك الوجه المرئى، ومعرفة تضاريسه، وأخذت قياسات لارتفاعات جباله وأعماق بحاره (بحار بالاسم فقط وليس فيها مياه)، وقياس فوهات براكينه وطبيعة أرضه المستوية وطبيعة ترابه، حتى يكون كل شيء جاهزاً للنزول عليه وغرس الأقدام على أرضه. وبالفعل عرفوا أشياء كثيرة عن جغرافيته، وحين أنزل الأمريكيون إنسانهم الأول. . أنزلوه على مكان مفهوم ومدروس سلفًا.

وكانت المركبة الفضائية الأولى التى حظيت بالنزول على القمر مركبة أبوللو ١١، وهى واحدة من سلسلة برنامج أبوللو الشهير الامتداد الطبيعى للبرنامجين الأمريكيين السابقين ميركورى وجيمنى، وقد مرا علينا.

حظيت أبوللو ١١ بالنزول على سطح القمر فى ٢٠ تموز سنة ١٩٦٩، قبل نهاية الستينات، على وفق المخطط الذى أعلن عنه الرئيس كنيدى فى أوائل الستينات.

وكان الرحلة ناجحة ومثيرة صفق لها الجميع وشاهدها أو سمعها الجميع من خلال التليفزيون أو المذياع. وكانت السفينة التى نقلت الرواد إلى القمر معقدة ذات أجهزة متطورة جداً وكبيرة جداً وقد بلغت السفينة مع صاروخها الشهير الضخم (ساترن ٥) الذى حملها، بلغ وزنهما أكثر من ٢٩٠٠,٠٠٠ كيلوغرام، وارتفاعها مع صاروخها أيضًا أكثر من مئة متر، وكانت تحتوى على آلاف القطع الميكانيكية والكهربائية والإلكترونية، وصاروخها العملاق يتألف من ثلاثة صواريخ لثلاث مراحل، صاروخ فى المرحلة الأولى والثانية والثالثة وفوق هذه المجموعة من الصواريخ تقبع سفينة الفضاء نفسها (Space Ship)، ويبلغ ارتفاعها وحدها بدون صاروخ حوالى ٢٥ متراً، وتتألف من أسفل إلى أعلى على التالى:

- المركبة القمرية، وهى التى سوف تحمل عند انفصالها من المركبة الأم رائدين من رواد الفضاء الثلاثة إلى سطح القمر.

- وحدة الخدمة، وهى وحدة لدفع السفينة فى الفضاء عندما يأتى دورها، وهى نفس الوقت ملحق يمول سفينة الفضاء بالضرورات التى تحتاجها من قوة كهربائية ومن جو اصطناعى للتنفس ومن صواريخ للحركة، ووحدة الخدمة تبقى مرتبطة بمركبة القيادة الى حين الرجوع إلى الأرض.

- بقى الجزء الأخير، وهو أعلى الأجزاء جميعًا ويستخدم هذا لإنقاذ رواد الفضاء عند الخطر حين تتعرض السفينة له، عند إفلاتها، ويتألف من برج فى رأسه صاروخ، إذا أطلق حمل مركبة القيادة بروادها الثلاثة إلى ارتفاع فى الهواء ليهبطوا سالمين بمظلاتهم إلى الأرض، ويوجد تحت هذا الصاروخ غلاف يقى مركبة القيادة أثناء صعودها إلى الفضاء.

قاد السفينة الفضائية التاريخية أبوللو ١١ ثلاثة رواد فضاء أمريكيين هم مهندس الفضاء نيل ارمسترونغ، والثانى أدوين الدرين والثالث مايكل كولنز، نزل الأولان وبقى الثالث فى وحدة القيادة (السفينة الأم).

وبدأت الرحلة فى ١٦ تموز من سنة ١٩٦٩، ودامت ١٩٥ ساعة و٢٠ دقيقة، وأنهت أعمالها الفضائية فى ٢٤ تموز، أما تاريخ نزول الإنسان على سطح القمر، فكان فى ٢٠ تموز.

بقى الرائدان على سطح القمر فترة ٢٢ ساعة و٤٠ دقيقة وضعا خلالها علم أمريكا وبعض الرموز التذكارية، إضافة إلى بعض الأجهزة العلمية، كمقياس الزلازل لقياس الهزات القمرية، وعند أول خطوة خطاها الرائد الأول نيل ارمسترونغ صاح مذهولاً: «إنها أول خطوة صغيرة للإنسان، لكنها قفزة كبيرة للجنس البشرى بأجمعه».

وكان مكان الهبوط فى منطقة منبسطة اسمها (بحر الهدوء) التقطا منها حملاً من الصخور والأتربة. وقد نقل المشهد المثير تليفزيونات العالم، وبعد نجاح رحلة أبوللو ١١ توالت الرحلات إلى القمر، فنفذت ست رحلات من طراز أبوللو (باستثناء رحلة أبوللو ١٣ التى انفجرت في نيسان ١٩٧٠)، وكان آخر الرحلات أبوللو ١٧. وقد نزلت مركباتها فى أجزاء مختلفة من القمر، والأخيرة منها أى (أبوللو ١٧) نزلت فى منطقة جبلية، وقد أنجزت هذه المركبات إنجازات كثيرة اهمها جمع مزيد من الصخور والأتربة القمرية باستخدام السيارة القمرية ذات عجلات يمكن التحكم فى كل منها على حدة.

لقد كان برنامج أبوللو ضروريًا جدًا، فإضافة إلى تقديمه المعرفة لتفاصيل القمر وبنيته الداخلية، وضعنا وجهًا لوجه أمام الفضاء، فأصبح الفضاء ملك اليد - إن صح التعبير - بعد أن كان بعيد المنال.

لقد كان النزول على سطح القمر نقطة حاسمة فى تاريخ علم الفلك لا يمكن إغفالها، ولا يمكن عدّها نقطة مضيئة ومثيرة فى تاريخ هذا العلم فحسب، وإنما هى نقطة فاصلة بين عهدين.

لقد وطأ الإنسان أرض القمر، واقتطع من ترابه وصخوره، ولم يعد جرمًا مقدسًا بلوريًا اثيريًا، إنه كالأرض تراب وصخور وجبال وأودية.

الفصل الثانى عشر

رحلات كبرى إلى الكواكب العملاقة البعيدة

على الرغم من الصدى الضخم الذى خلفته رحلة أبوللو ١١ التى أنزلت أول إنسان على سطح القمر، ورحلات أبوللو اللاحقة ١٢، ١٤، ١٥، ١٦، ١٧.

وعلى الرغم من الإنجازات الكبيرة التى حققتها تلك الرحلات، كدراسة طبوغرافية القمر وجيولوجيته، وجلب كميات من الأحجار والأتربة ومعرفة أمور كثيرة كانت خافية على العلماء قبل تلك الرحلات، على الرغم من كل ذلك، تبقى تلك الرحلات محدودة متواضعة، رحلة الجار إلى جاره القريب، فالمسافة بين الأرض والقمر لا تتعدى الثلث مليون كيلومتر كثيرًا (المسافة هى ٣٩٠,٠٠٠ كيلومترًا) والمدة التى استغرقتها الرحلة الواحدة للوصول إلى سطح القمر لم تتعد الثلاثة أيام ذهابًا ومثلها إيابًا، وهى أرقام كما ترى متواضعة ليست غريبة، لم تخرج عن مألوفاتنا، على الرغم من كبرها النسبى.

وحتى الرحلات الكوكبية الأخرى التى تمت فى الستينات والنصف الأول من السبعينات، رحلات عطارد والزهرة والمريخ، حتى هذه الرحلات كانت متواضعة نسبيًا فحسابات العلماء والفضائيين وإعدادهم للسفر إلى هذه الكواكب الثلاثة لازالت بحسابات المسافات القريبة، بملايين الكيلومترات (عشرات الملايين) لا بملياراتها، والفترات الزمنية التى يحتاجها الوصول إليها، لازالت بالأشهر المعدودة، وليست بالسنين الطوال.

لكن المنعطف الكبير حدث بإطلاق رحلات (الجولة العظمى) (رحلات بايونير وفوياجير) إلى الكواكب العملاقة البعيدة.

ففى السبعينات من هذا القرن، بدأ مشروع الرحلات الكبرى رحلات المسافات الكبيرة والآماد الطويلة، بدأ التفكير بالسفر إلى الكواكب العملاقة البعيدة (المشترى، زحل، أورانوس، نبتون)، حيث استغل العلماء اصطفافها على خط سير واحد، وبالتالى يمكن تنفيذ مشروع واحد يمر عليها تباعًا، وهى فرصة نادرة حدثت قبل ١٧٦ سنة، وسوف لا تحدث فى القريب العاجل بعد هذا الوقت الحاضر، لذلك كانت السبعينات فترة زمنية مناسبة جدًا لمثل هذا المشروع (الجولة الكبرى).

وفى هذه الجولة كبرت المسافات، وطالت الفترات الزمنية من أجل الوصول إلى الهدف، فتجاوزت الضعف والضعفين والأضعاف الأكثر، ووصلت الذروة فى رحلة (فوياجير الثانية) الشهيرة.

ففى هذه الرحلة استطاعت مركبة (فوياجير الثانية) قطع مسافة حوالى سبعة بلايين كيلومتر فى فترة استغرقت اثنتى عشرة سنة متواصلة، سالكة طريقًا مجهولاً مخيفًا فيه مشاكل ومصاعب جمة، أبرزها اجتياز الحزام الكويكبى المخيف المحصور بين كوكبى المريخ والمشترى، ومن المحتمل أن تندفع منه أحجار تدمر الرحلة وتنهيها قبل وصول المركبة إلى المشترى أول محطاتها، ومن المخاطر أيضًا الإشعاعات التى يبثها المشترى، حيث يحتمل أن تصيب السفينة بضرر، لكن الرحلات الأربع اجتازت هذه العقبات والعقبات المجهولة المحتملة، ولم تصب بضرر، وكانت أول رحلة اجتازت تلك المخاطر هى (بايونير العاشرة)، فقد وصلت إلى المشترى سنة ١٩٧٣ بعد ٢٢ شهراً من انطلاقها، وصلت سالمة غانمة.

وبذلك تبين أن الطريق إلى الكواكب العملاقة البعيدة سالكة. ثم تلت هذه الرحلة رحلات بايونير الحادية عشرة وفوياجير الأولى والثانية. وقدم مجموع الرحلات أروع النتائج وتراكمت أمام العلماء مادة علمية فلكية مهمة ومثيرة قلبت الكثير من المفاهيم الفلكية السائدة، ولازالت نتائج المشروع الكبير تحمل الكثير من المفاجآت والمثيرات.

وبذلك كان مشروع (الجولة العظمى) نقطة حاسمة أخرى وتطوراً ضخمًا فى تاريخ الفلك كله، بل هو أضخم جهد فضائى منذ دخل عصر الفضاء، وليس من المحتمل أن ينفذ مشروع من نوعه بهذا المستوى فى المستقبل القريب، حتى نهاية هذا القرن.

من هنا ينبغى أن نقف قليلاً عند هذه الرحلات الكبيرة ونستعرض أهم إنجازاتها واكتشافاتها.

وتبدأ بداية الرحلات الكبرى بإطلاق بايونير العاشرة وتم ذلك فى ٣ مارس ١٩٧٢. وبايونير الحادية عشرة وتم إطلاقها فى ٦ نيسان سنة ١٩٧٣. وهما مركبتان استطلاعيتان صغيرتان تزن كل واحدة منهما ٢٥٨ كيلرغرامًا، وكان من المقرر أن تنطلق المركبتان إلى كوكب المشترى وحده، ولكن نجاحهما الباهر فى اجتياز العقبات والمصاعب المحتملة والوصول إلى هذا الكوكب العملاق بأمان تام كان مدعاة لمواصلة السير نحو الكوكب العملاق الآخر زحل، وهكذا وصلت السفينتان إلى كوكب زحل بعد كوكب المشترى،

وقدمتا صوراً رائعة وكثيرة جداً للكوكبين العملاقين ولأقمارهما المعروفة واكتشفتا أقماراً أخرى وحلقات أخرى ثم انطلقتا خارج النظام الشمسى إلى الفضاء الخارجي البعيد.

وفى المرحلة الثانية من هذه (الجولة العظمى) بدأ إطلاق مركبتين أخريين أكبر وأضخم وأكثر تطوراً من مركبتي بايونير ١٠ و ١١، هما مركبتا فوياجير الأولى وفوياجير الثانية، وقد استفادت هاتان المركبتان من إرشادات بايونير ١٠ و١١، فكان عليهما مهمات أكبر وأضخم.

أطلقت فوياجير الثانية فى ٢٠ آب ١٩٧٧ (سابقة فوياجير الأولى) وأطلقت فوياجير الأولى فى ٥ سبتمبر ١٩٧٧ . والمركبتان فوياجير الأولى والثانية أعقد من بايونير يبلغ وزن الواحدة منهما ٨١٥ كيلوغرامًا، وهما قادرتان على نقل المعلومات العلمية بقدرة تفوق ١٠٠ مرة قدرة بايونير، وكان من المقرر أن تصل المركبتان إلى كوكبى المشترى وزحل وحدهما، وحين وصلتا بنجاح تام أجرى تعديل على خطة الرحلة فوجهت فوياجير الثانية وحدها إلى كوكبى أورانوس ونبتون، الكوكبين البعيدين جداً، لتنطلق بعد الوصول إليهما إلى الفضاء الخارجي بين النجوم.

ولأهمية السفينة فوياجير الثانية نخصها بقليل من التفصيل فمركبتنا هذه أنجزت أطول رحلة فضائية ناجحة عرفها الإنسان، منذ عرف إطلاق المركبات إلى الفضاء استغرقت مدتها ١٢ سنة كما ذكرنا، بسرعة قدرها ٦٠ ألف كيلومتر فى الساعة.

وفوياجير الثانية جهاز فضائى قديم فى الوقت الحاضر، فى حسابات التطور التكنولوجى السريع، لأنه جهاز أنجز فى أواخر السبعينات، وحين وصل إلى الكوكب نبتون فى آب ١٩٨٩ كان العلم والتكنولوجيا قد قطعا شوطًا من التقدم، لكنه لاشك جهاز متطور يوم أطلق إلى السماء، وهذه النقطة لا يمكن تلافيها فى حسابات الجهد البشرى المحدود، ويمكن تشبيه المركبة فوياجير الثانية بإنسان آلى متطور، من حيث العمل، يتكون هيكلها العام من هوائى طبقي ضخم قطره ٣,٧ أمتار مهمته إرسال واستقبال إشارات الراديو بينه وبين الأرض، ويمتد من الجانبين المقابلين للهوائى هيكلان محملان بأجهزة علمية متنوعة.

لقد كانت نتائج هذه المرحلة من الرحلات كبيرة كبر الرحلات، نتائج غيرت كثيراً من مفاهيمنا عن المجموعة الشمسية، فتكونت لدينا صورة علمية إجمالية للنظام الشمسى، أدق وأفضل بكثير من الصورة السابقة، قبل هذه الجولة العظمى.

عرفنا أموراً لم نسمع بها من قبل، عرفناها (ميدانيًا) إن صح التعبير، من خلال لقاء مباشر بين مركبتنا الأرضية وكواكب بعيدة موحشة، لم يحلم أحد أن يصل إليها شيء من الأرض.

ومن ذلك توافرت لدينا صور أوضحت طبوغرافية سطوح الكواكب وبراكينها وفوهاتها وجبالها ونوافيرها العالية، ومن ذلك النوافير العالية جداً للمقذوفات الداخلية للقمر (ايو) أهم أقمار المشترى، فسجلت المركبات الفضائية براكين حية نشطة أثناء اقترابها من هذا القمر الهائج، وقدر ارتفاع إحدى النافورات بـ ٣٠٠ كيلومتر علواً.

وعرفنا أقماراً كثيرة لم نسمع بها من قبل، وعرفنا حلقات جديدة لم نكن نتصورها حول بعض الكواكب عرفنا أقماراً وحلقات كثيرة متداخلة فى الكواكب العملاقة البعيدة وحدها، دخلت منها الكواكب الداخلية القريبة من الشمس والأرض.

ومن ذلك استنتج أن الكواكب العملاقة البعيدة ذات طبيعة نشطة أكثر من الكواكب الداخلية القريبة، واستنتج أيضًا أن النظام الشمسى ككل أكثر نشاطًا وحركة مما كان يعتقد فى السابق، يقول (اليس ميلنر) أحد مساعدى علماء مشروع فوياجير «إن كل شيء رأيناه يدل على أن النظام الشمسى أكثر نشاطًا وديناميكية مما كنا نتوقع فى البدء».

ويمكننا هنا أن نذكر النقاط المهمة فى هذه الجولة العظمى، لنكون أمام المعطيات العلمية للفضاء القريب:

- أخذت لأول مرة فى التاريخ الفلكى الطويل صور مباشرة لكوكب أورانوس وكوكب نبتون، وأخذت صور لعدد كبير من الأقمار التابعة، إضافة إلى الصور المحسنة لكل من المشترى وزحل ولعدد من الظواهر الفلكية المتاحة.

- عرفنا مجموعة كبيرة من الأقمار الجديدة، منها أربعة أقمار أخرى للمشترى، فصار للكوكب العملاق ١٦ قمراً، وفى حالة كوكب زحل، أوصل العلماء أقماره إلى ٢٣ قمراً (الرقم يشمل بعض الأقمار الصغيرة)، واكتشف لأورانوس ١٠ أقمار أخرى فصارت ١٥ قمراً، واكتشف لنبتون ستة أقمار أخرى فصارت ثمانية أقمار، واليوم نعرف أن مجموع أقمار المجموعة الشمسية ٦٦ قمراً بعد أن كانت أقل من النصف لفترة زمنية طويلة.

- عرفنا وجود حلقات لثلاثة كواكب أخرى هى المشترى وأورانوس ونبتون، بعد أن كان نظام الحلقات مقتصراً على كوكب زحل وحده، وتبين أن حلقات زحل الخمسة

أو الستة أو السبعة مركبة من عدد هائل من الحلقات الصغيرة المتداخلة، وعرفنا الكثير من التفاصيل عن نظام الحلقات.

- سجلت المركبات الفضائية حقولاً مغناطيسية للكواكب العملاقة، وعرفنا كثيراً من تفاصيلها، وتبين أن المجال المغناطيسي لأورانوس يميل بزاوية مقدارها ٦٠ درجة بالنسبة إلى محور الدوران، وأن المجال المغناطيسي لنبتون يميل بزاوية مقدارها ٥٠ درجة بالنسبة إلى محور الدوران، وهذه حالة غريبة بالنسبة إلى الميل القليل، المعروف لبقية الكواكب ذات المجالات المغناطيسية.

- عرفنا كثيراً من تفاصيل أجواء الكواكب السيارة العملاقة فأثبتت السفن الفضائية وجود الهيدروجين والهليوم والميثان والنيتروجين، وعرفنا أن لثلاثة أقمار كبيرة من أقمار هذه الكواكب أغلفة غازية وهي (ايو) قمر المشترى و(تيتان) قمر زحل و(ترايتون) قمر نبتون، وأن في القمر تيتان (هيدروكربونات) مما احتمل العلماء وجود نوع من الحياة.

- عرفنا وجود عواصف ورياح سريعة في بعض هذه الكواكب فتصل سرعة رياح زحل حوالي ١٥٠٠ كيلومتر في الساعة، واكتشفت بقعة سوداء عظيمة في جو نبتون، وهي عبارة عن سحابة بيضوية الشكل تقع ضمن عدد من الدوامات الهائلة، قدرت بحجم الأرض. إضافة إلى ذلك درست البقعة العظيمة الحمراء في المشترى المعروفة من قبل.

- صُحح كثيرٌ من الأرقام، كأحجام بعض الأقمار فتبين أن (نيريد) قمر نبتون ليس ثاني حجم في أقمار نبتون وإنما هناك قمر أكبر منه هو الثاني في الكبر بعد ترايتون الأول، وعرفنا أن يوم نبتون (دورته حول محوره) ليست ١٧ أو ١٨ يومًا، وإنما الرقم الدقيق هو ١٦ يومًا وثلاث دقائق، وعرفنا عدداً من الأرقام الجديدة الأخرى.

الفصل الثالث عشر

تلسكوب الفضاء هابل (المعجزة الفضائية)

مهما بالغنا فى أهمية الرحلات الفضائية الكبرى الموجهة إلى الكواكب السيارة العملاقة، وخاصة المركبة الفضائية (فوياجير الثانية)، حيث الإنجازات لضخمة التى حققتها لأول مرة على مستوى الكواكب السيارة البعيدة، أورانوس، ونبتون وأقمارهما، مهما بالغنا بذلك تبقى هذه الرحلات وفوياجير خاصة محدودة بالحدود الضيقة (النسبية) للنظام الشمسى.

فالنظام الشمسى - على أهميته باعتباره بيتنا الكبير - يبقى نقطة كونية صغيرة، ليست ذات أهمية قياسًا بامتداد الكون اللا نهائى، نقطة لا تمثل شيئًا مهمًا قياسًا بمجرته التى تحتوى على أكثر من مليار نجم وبعدد المجرات الكونية التى تقدر بأكثر من مليار مجرة.

من هنا، وإشباعًا لطموحات الإنسان التى لا تنتهى، لا بد من أداة علمية أخرى تتعامل هذه المرة مع مستويات أكبر وأوسع تتعدى نطاق المنظومة الشمسية إلى الفضاء الخارجى الشاسع، إلى الأسرار الكثيرة التى تلف النجوم والمجرات والسدم والظواهر الكونية الكثيرة.

فكان التفكير بصناعة تلسكوب فضائى نوعى يناسب الطموحات البشرية الكبيرة والتطور العلمى الراهن ويحقق ما عجزت عنه الأدوات والأجهزة الفلكية التقليدية المعروفة من تلسكوبات أرضية إلى أجهزة فضائية، أقمار صناعية، مركبات فضائية.

وتحقق الطموح فعلاً، فقد أنجزت وكالة الفضاء الأمريكية (NASA) تلسكوبًا فضائيًا عملاقًا، كان الأول من نوعه قياسًا بالتلسكوبات المعروفة من قبل، وكان مشروعًا علميًا ضخمًا (قدرت كلفته ما يزيد على مليارى دولار)، أو إن شئت قل هو مصنع متطور لإنتاج معرفة فلكية من نوع متطور لم يشهدها تاريخ علم الفلك والفضاء قبل التسعينات من هذا القرن، مما عده العلماء والباحثون آخر المشروعات الفلكية العملاقة لهذا القرن (القرن العشرين).

وفى ابريل/ نيسان من سنة ١٩٩٠ دخل هذا التلسكوب الفضاء، وكان أكبر جهاز علمى يوضع فى الفضاء حتى الآن.

ولأنه حدث فلكى فضائى حاسم فى تاريخ علم الفلك والفضاء، فسيكون من المناسب جداً أن نقرأه بقليل من التفصيل، بادئين بتاريخه، ثم استعراض مواصفاته الأساسية والنكسات التى أصابته، وأخيراً نقدم نماذج من الإنجازات التى قدمها خلال عمله الفضائى الدءوب ونختتم الحديث عنه بالتوقعات المستقبلية التى تنتظره.

التاريخ

وقبل أن نقرأ تفاصيل هذه التلسكوب الفضائى العملاق (هابل) نشير إلى أن التسمية جاءت من نسبته إلى عالم الفلك والفضاء الأمريكى الشهير «ادوين هابل» الذى عاش بين سنتى (١٨٨٩ - ١٩٥٣) جاءت تقديراً لجهوده الفلكية والفضائية حيث أسهم إسهاماً كبيراً فى تأكيد نظرية الانفجار الكبير (Big Bang) التى بدأ بها الزمان والمكان والكون كله، وهى نظرية مازالت سائدة ومقبولة حتى هذه اللحظة.

وإذا رجعنا إلى بداية فكرة وضع تلسكوب فضائى حول الكرة الأرضية فلا نتعدى فكرة عالم الصواريخ «هيرمان اوبرت» التى قالها سنة ١٩٢٣، فقد أشار هذا العالم إلى فوائد تلسكوب فضائى يدور فوق جو الأرض.

وبعد أكثر من أربعين سنة، وفى نهاية الستينات من هذا القرن عادت الفكرة مجدداً، فقد أجرت عدة جامعات أمريكية دراسات حول إمكان وضع تلسكوب فى الفضاء يدور حول الكرة الأرضية.

وفى نهاية سنة ١٩٧١، أصبحت الفكرة قيد العمل، فقد وضعت وكالة الفضاء الأمريكية (NASA) دراسة جدية لجدوى إطلاق تلسكوب فضائى بمرآة مقعرة قطرها ٣ أمتار، إلى الفضاء، مبينة الفوائد والإمكانات الكبيرة التى سوف يتيحها هذا المشروع الفضائى لعلم الفلك، وقد أطلق على هذا المشروع فى البداية (التلسكوب الفضائى الكبير) (Larg Space Telescope).

وفى البداية وضع تصميم أولى لذلك، اعتمد مرآة مقعرة قطرها ٣ أمتار، لكنه تبين أن قطراً بهذا القياس يثير مشاكل تقنية فى صناعة مرآة دقيقة وبمواصفات خاصة، فخفض إلى ٢,٤ أمتار.

وفى سنة ١٩٧٧ انضمت وكالة الفضاء الأوروبية إلى المشروع، وكانت المساهمة الأوروبية بأحد أجهزة التلسكوب الخمسة والأجنحة الشمسية المولدة للطاقة الشمسية بالإضافة إلى طاقم أرضى لعمليات تشغيل التلسكوب.

وفى السنة نفسها (١٩٧٧) اتفقت وكالة الفضاء الأمريكية (NASA) مع شركتين، الأولى لتطوير المركبة وعمل الأنظمة المساعدة والتجميع والفحص، والثانية لتصميم الأنظمة البصرية.

وفى سنة ١٩٨٣، كان التلسكوب الفضائى هابل جاهزاً للإطلاق إلا أن ظهور صعوبات فى بنائه أجلته إلى سنة ١٩٨٦، وفى هذه السنة انفجر مكوك الفضاء (تشالنجر)، المكوك المرشح لحمل تلسكوبنا إلى الفضاء، فأجل مرة أخرى.

وأخيراً وفي يوم ٢٥ إبريل/ نيسان من سنة ١٩٩٠ أطلق التلسكوب الكبير، بواسطة مكوك الفضاء (ديسكفرى) ليدور حول الكرة الأرضية، وليقدم أعظم الإنجازات والصور الفضائية التى عرفها التاريخ الفلكى والفضائى، ولكن..

المواصفات

مواصفات وإمكانات فريدة لم نعهدها فى التلسكوبات التقليدية المعروفة أهلته للدوران خارج اضطرابات ومشاكل الجو الأرضى، والقيام بقراءة الكون قراءة جديدة.

فهو إذن حالة أو جيل جديد من التلسكوبات، ولا بد أن تتبعه إمكانات جديدة ومواصفات فريدة عالية التقنية.

هابل طويل القامة يبلغ طوله ١٥ متراً وعريض ما بين المنكبين يبلغ عرضه ٣, ٤ أمتار، أما وزنه فيبلغ ١١٣٦٠ كيلوغراماً، يدور - كما قلنا - خارج اضطرابات الجو الأرضى على علو ٦١٠ كيلو مترات، ومن خلال هذا الارتفاع والابتعاد عن شوائب الجو، يمكنه التقاط أروع الصور وأوضحها، التقاط أكثر النجوم والمجرات ضعفاً وأكثرها فى الوقت نفسه بعداً، يمكنه التقاط أجرام أو مجرات أو سدم على مسافة نحو ١٤ مليار سنة ضوئية، أى يشاهد ما كان فى بداية الكون، كما يمكن أن يشاهد الأجرام السماوية ذات الضوء الخافت جداً، أى ما يشكل خمسة مليارات مرة أضعف من إمكان رؤيتها بالعين المجردة، مما يعنى أن التلسكوب يستطيع كشف ضوء شمعة فوق سطح القمر.

والمرآة الرئيسية، هى الأكثر أهمية فى هذا التلسكوب العملاق، وهى كبيرة مقعرة يبلغ قطرها ٤, ٢ أمتار - كما ذكرنا - ووزنها يبلغ ٨٢٦ كيلوغراماً، وظيفتها عكس وتركيز وتسليط الضوء إلى مرآة أخرى تعكسه بدوها إلى المستوى البؤرى من خلال فتحة فى المرآة الرئيسية صنعت هذه المرآة الفريدة من صفائح رقيقة من سليكات التيتان، وطليت بالألمونيوم الذى يعكس ٥, ٩٩ من الضوء، لكنه لا يعكس الأشعة فوق البنفسجية ويتأكد

بسهولة، لذلك أضيف طلاء آخر من فلوريد المغنيسيوم رقيق جدًا لمنع الأكسدة ولعكس الإشعاع فوق البنفسجي.

وهذه التركيبة جعلت من المرآة الرئيسية خفيفة (٨٢٦ كيلوغرامًا كما قلنا) ولو صنعت من الزجاج الثقيل لبلغ وزنها نحو ثلاثة أطنان، إضافة إلى المرآة الرئيسية يحتوى التلسكوب على أجهزة علمية مختلفة يكامل بعضها بعضًا من أجل رصد أفضل وأدق: جهاز تصوير الأجرام ذو المجال الواسع، جهاز تصوير الأجرام الباهتة، مطياف الأجرام الباهتة، مطياف غودارد شديد التمييز، مقياس شدة الضوء، مستشعر التوجيه الدقيق، وأخرى.

وحصيلة هذه المواصفات والإمكانات أرصاد ممتازة على درجة عالية من الدقة فقد جاءت الصور التى التقطها هذا التلسكوب أفضل ١٠ - ٣٠ مرة من أفضل الصور الملتقطة من المراصد الأرضية ففى حين كانت أفضل المراصد الأرضية لا تتجاوز رؤيتها أجرامًا بعيدة على مسافة ١ - ٢ مليار سنة ضوئية، جاء تلسكوب هابل ليلتقط أجرامًا باهتة جدًا، تقع على مسافة نحو ١٤ مليار سنة ضوئية - كما ذكرنا من قبل - وهى نقلة علمية فلكية مرصدية مثيرة لم يحظ بها علم الفلك والفضاء من قبل.

الخلل والصيانة

هذه المواصفات والإمكانات، لم تتركها يد القدر سالمة معافاة تجرى فى نسقها الطبيعى، فقد جابهتها عوائق ومنغصات وأصابتها أزمات استدعت جهودًا كبيرة ومضنية لإعادتها إلى وضعها الصحيح.

فمنذ بداية صنع التلسكوب ومحاولة إطلاقه إلى الفضاء أصيب بأكثر من نكسة، وفى مأثوراتنا الشعبية يمكن أن نقول: «إن التلسكوب أصيب بعين حاسد».

فقد كان من المقرر أن يطلق في سنة ١٩٨٣، لكن الصعوبات التى ظهرت فى بنائه أجلته إلى سنة ١٩٩٠ (كما ذكرنا) وفى ابريل من هذه السنة أطلق التلسكوب وذهب بعيدًا إلى السماء محلقًا على ارتفاع ٦١٠ كيلو مترات فوق اضطرابات جو الكرة الأرضية لكن لم ينته الأمر، فأصيب مرة أخرى بنكسة وهو طائر.

فعلى الرغم من الإنجازات الفضائية التى قدمها أثناء طيرانه إلا أنه كان يشكو من (وجع) فى (خاصرته) من مرآته الرئيسية، أثر على الصور التي أرسلها، فبدت غير واضحة نتيجة خلل تصنيعى مهم سببه أن هذه المرآة صقلت على نحو مسطح أكثر من المطلوب.

وكان العلاج ضروريًا، ففى بداية شهر ديسمبر (كانون الأول) من سنة ١٩٩٣ حمل المكوك الفضائى انديفر (Endeavor) أربعة رواد فضاء مدربين تدريبًا خاصًا، قاموا بخمس خطوات فضائية بدلوا خلالها عدداً من أجزاء التلسكوب المعطلة والقديمة، منها: تركيب آلة تصوير كوكبية ذات مجال أوسع للرؤية، لالتقاط صور للمجرات والنجوم والكواكب، ثم نصبوا عدسة لاصقة (Costar) مصممة لتعويض المرآة الرئيسية المصابة بالخلل.

وقد استدعت هذه العمليات خروج الرواد إلى الفضاء مدة ثلاثين ساعة، أما الرحلة فقد استغرقت ١١ يومًا لتعود بمؤشرات طيبة تدل على أن العملية تمت بنجاح.

وبعد نحو شهر (فى منتصف يناير (كانون الثانى) من سنة ١٩٩٤) نشرت وكالة الفضاء الأمريكية (NASA) أول الصور الجديدة بعد العملية، فكانت جيدة وممتازة وواضحة أشد الوضوح مما يدل على نجاح العملية.

وهكذا أعلن (دانييل غولد) مدير وكالة (NASA): «إن الإصلاح فاق أحلام وكالة الفضاء الأمريكية وحقق إنجازاً رائعًا للجنس البشرى» وهنا لا بد أن نذكر بعض إنجازات هذا التلسكوب المعجزة، وما يمكن أن يقدمه فى المستقبل، طالما يحمل روحًا وصحة جيدة.

بعض الإنجازات

والإنجازات الفضائية التى قدمها تلسكوب الفضاء هابل كثيرة جداً سواء قبل عملية الإصلاح أو بعدها. (وبالطبع كانت فيما بعد أكبر وأهم) وستتراكم أكثر وأكثر مستقبلاً ومن التراكم ربما يتوصل العلماء إلى أشياء ونتائج كثيرة وأفكار ونظريات جديدة ولعل هناك حقائق سيبوح بها المستقبل من خلال إنجازاته الجديدة. فهو الآن - كما ذكرنا - على بعد ٦١٠ كيلومترات بعيداً عن جو الكرة الأرضية يرى السماء بوضوح يراها نهاراً كما يراها ليلاً، يلتقط إشعاعات ما لا تستطيع المراصد الأرضية التقاطها، فالغلاف الجوى الأرضى لها بالمرصاد.

وهنا يمكن أن نذكر بعضًا من إنجازاته، وهى على عمومها كبيرة وعظيمة لم تتحقق فى مرحلة ما قبل هابل.

فعلى مستوى المنظومة الشمسية أكد هابل معلومات مفصلة وممتازة عن الكواكب السيارة، صحح ما كان معروفًا قبل انطلاقه، فمثلاً قدم معلومات مفصلة ومخالفة

للمعلومات التى قدمتها المراصد الأرضية حول اصطدام المذنب شوميكر بالكوكب العملاق المشترى، فكانت الصور الأرضية تقول إن أقطار القطع الصخرية المكونة للمذنب تقدر بنحو ٩ أميال محاطة بغبار نجمى وتبين من خلال التلسكوب هابل أنها أصغر، فقطر الواحدة نحو ٣ أميال، وهذا يعنى أن الاصطدام سيحرر عُشر الطاقة المتوقعة من خلال الرصد الأرضى، أى ما يعادل ١٠٠ مليون طن من الديناميت وليس عشرة أضعاف ذلك، مما لا تتأثر الأرض بذلك. إضافة إلى تقديمه معلومات مفصلة عن النشاط البركانى الموجود على قمر المشترى (ايو) الذى سجلته فوياجير الثانية.

كما سجل التلسكوب الطائر صوراً دقيقة وواضحة لكوكب زحل وتابع العاصفة الضخمة التى هزت جو الكوكب. ومن خلال رصده لكوكب نبتون تبين أن هذا الكوكب شديد التغير والفاعلية.

أما الكوكب البعيد بلوتو، فلم تستطع الصور الأرضية أن تفرق بينه وبين قمره الوحيد شارون كجسمين منفصلين، وحين رصده هابل استطاع من خلال جهاز تصوير الأجسام الباهتة أن يلتقط له ولتابعه شارون صوراً واضحة ولأول مرة فى تاريخ هذا الكوكب.

أما على مستوى الكون وأعماقه، فكانت إنجازات هابل أكبر وأعظم، لا تقاس بإنجازاته على مستوى المنظومة الشمسية، التى يمكن أن تحققها أجهزة أقل قدرة وتطوراً منه، وهنا سوف لا نستطيع الحديث عن الإنجازات الكثيرة، واليومية التى يرسلها هذا التلسكوب الفذ، لكن نستطيع أن نقول إنه توغل عميقًا فى أطراف الكون وفى الزمان البعيد، فمد عنقه نحو المجرات البعيدة والثقوب السوداء وانفجارات النجوم والكواكب السيارة الخافتة المحتملة، وتابع نيابة عنا ولادة بعض النجوم والكواكب وموت بعض آخر.

- ففى قلب سديم الجبار (اوريون) أوضح لنا تسلكوبنا وجود اسطوانات من المواد تعيش حول بعض النجوم الفتية، ومن خلال تجمع هذه المواد (الغبار) ستتكون كواكب فى المستقبل.

- ومن خلال أرصاد هذا التلسكوب تبين أن المجرة المرقمة (NGC 7252) والتى كان يعتقد أنها اهليليجية، هى لولبية وليست اهليليجية.

- كان يعتقد أن الكتلة الكروية ٤٧ فى توكان تحتى على نجوم عمالقة حمر فقط، ومن خلال الأشعة فوق البنفسجية قال هابل: إن هناك ٢١ نجمًا أزرق لم تشخ، تتغذى من مادة جاراتها.

- وبالقرب من ثقب أسود (Black Hole) وفى نواة المجرة (NGC 4261) كشف التلسكوب هابل قرصًا لم تره المراصد الأرضية، يمكن أن يكون مادة محطمة بثقب أسود كبير الكتلة.

- وجول السوبر نوفا (النجم المتفجر) الذى شوهد سنة ١٩٨٧ اكتشف التلسكوب هابل حلقة غازية ليست ناتجة عن الانفجار وإنما هي طبقة حيوية قذفها النجم من قبل.

هذا قليل من كثير من إنجازات هذا التلسكوب العملاق وعلى مستوى المنظومة الشمسية وأعماق الكون إلا أن العلماء والباحثين يتوقعون - وخاصة بعد تركيب أجهزة أكثر تطوراً أثناء عملية الإصلاح - يتوقعون مزيدا من الاكتشافات والمفاجآت.

فالتلسكوب الآن - وبعد العمليات الإصلاحية الناجحة أصبح أداة أكثر فعالية من الأول - خلافًا لمن يعتقد أنه جهاز مريض شفاه الأطباء - فهو اليوم أداة جديدة تقريبا أعطته العمليات الإصلاحية هوية جديدة، فقد تحول من مرصد فلكي صمم أساسا لاكتشاف نقاط الضوء الضعيفة جداً في نواحى الكون وتفصيلها إلى أداة أكثر قدرة على التقاط صور تفصيلية للتركيبات الكونية الشديدة التعقيد وتحليلها. فإضافة إلى قدرته على رؤية النجوم الباهتة التى لم تستطع المراصد الأرضية رؤيتها، أصبح قادراً على رؤية أشياء جديدة ومعان أخرى فى أجزاء من الكون كانت غامضة، وأصبح أيضًا أكثر قدرة على التطلع إلى قلوب المجرات واختراق سحب الغبار الكثيفة، حيث تولد النجوم، ودراسة البقايا المتخلفة عن الانفجارات النجمية.

إن تلسكوب هابل بمنظومته وأجهزته القديمة لم يستطع الرؤية عبر الغبار، ولكن الأشعة تحت الحمراء تخترق الغبار، ولذا فالتلسكوب بتجهيزه الجديد سكيون قادراً على دراسة مناطق كونية جديدة، مثل سديم النسر، حيث تتولد نجوم جديدة وسط سحب هائلة تبدو أشبه بأعمدة الدخان الأسود، وسيستطيع أيضًا تقديم تفاصيل وتحليلات كافية لتلك الأجرام البعيدة التى تراها المراصد الأرضية مجرد نقاط ضوء ضعيفة باهته.

إن مجموع ما تراكم لدى تلسكوب هابل من مادة فضائية وما سيكتشفه مستقبلا لابد وأن تسفر عن نظرية أو نظريات أو حقائق جديدة يمكن أن تقدم لنا الكون شيئًا آخر، قد يكون متوقعًا متصوراً وغير متوقع وغير متصور.

إن النتائج اللاحقة ستعتمد - فى الدرجة الأولى - على انسجام أجهزة التلسكوب فيما بينها، وعلى مدى متابعة مشاكله وأخباره والتصورات والتطويرات والإضافات التى يمكن أن يقوم بها علماء الكون.

إن المرحلة الفلكية الفضائية التى نعيشها فى ظل معطيات تلسكوب الفضاء هابل لا يمكن التنبؤ بمداها، فلا نعرف إلى أية درجة من التطور ستسلمنا، ولا نعرف شكل المرحلة القادمة، والله وحدة العالم بما سيحدث، وصدق الله تعالى حين قال: ﴿وما أوتيتم من العلم إلا قليلاً﴾(٦١).

هوامش الباب الثالث

(١) راجع في هذا الصدد كتاب (حضارة العرب) لغوستاف لوبون، وكتاب (العلم عند العرب وأثره في تطور العلم العالمي) لالد وميلي، و كتاب (شمس العرب تسطع على الغرب) لزيغريد هونكه، وهذه الكتب مترجمة إلى اللغة العربية، وهي كتب ممتازة.

(٢) روجيه غارودي: وعود الإسلام : (الترجمة العربية) الدار العالمية للطباعة والنشر : بيروت ١٩٨٤ : ص ١٣٨.

(٣) غوستاف لوبون : حضارة العرب ص ٤٦٠.

(٤) دكتور عبد الله العمر : ظاهرة العلم الحديث : سلسلة عالم المعرفة (٦٩) إصدار المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب - الكويت/ ايلول سنة ١٩٨٣ ص ٣٦.

(٥) دكتور توفيق الطويل : في تراثنا العربي الإسلامي : سلسلة عالم المعرفة (٨٧) الكويت/ آذار سنة ١٩٨٥ ص ٢٠٦.

(٦) ول ديورانت : قصة الحضارة ج ٢٧ ص ١١٥-١١٦.

(٧) عبدالرحمن بدوي : دور العرب في تكوين الفكر الأوروبي دار القلم : بيروت ١٩٧٩ ص ٧.

(٨) تراث الإسلام : القسم الثالث : عالم المعرفة ص ٧٩.

(٩) في تراثنا العربي الإسلامي ص ٢٠٧.

(١٠) دور العرب في تكوين الفكر الأوروبي ص ٦.

(١١) نفس المرجع ص ٩.

(١٢) كنوز علم الفلك ص ٢٤.

(١٣) نفس المرجع ص ٢٤.

(١٤) نفس المرجع ص ٢٤.

(١٥) ميخائيل خوري : انتقال علوم العرب إلى أوروبا : مجلة الصفر : المجلد الثالث العدد الثالث عشر آيار سنة ١٩٨٧ قبرص، ص ٦٥.

(١٦) تراث الإسلام : القسم الثالث عالم المعرفة ص ١٨٣.

(١٧) نفس المرجع ص ١١١.

(١٨) تاريخ العلم والتكنولوجيا ص ١٨١.

(١٩) نفس المرجع ص ١٨٥.

(٢٠) كنوز علم الفلك ص ٢٣.

(٢١) جون هرمان راندال : تكوين العقل الحديث : ترجمة د. جورج طعمة : مراجعة برهان دجاني : دار الثقافة : بيروت ١٩٦٥ الطبعة الثانية، الجزء الأول ص ٣٦٠ - ٣٦١.

(٢٢) نفس المرجع ص ٣٦٠.

(٢٣) قصة الحضارة ج ٢٧ ص ١٢٨.

(٢٤) نفس المرجع ج ٢٧ ص ١٢٩ - ١٣٠.

(٢٥) نفس المرجع ج ٢٧ ص ١٣٠.

(٢٦) نفس المرجع ج ٢٧ ص ١٣٤.

(٢٧) نفس المرجع ج ٢٧ ص ١٣٦.

(٢٨) اوين جنكريتش : القضية الغاليلية ترجمة د. عدنان الحموي : مجلة الثقافة العالمية : السنة الثالثة : المجلد الثالث العدد ١٧ تموز سنة ١٩٨٤م إصدار المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ، الكويت، ص ٧٧.

(٢٩) قصة الحضارة ج ٣٠ ص ٢٥٧.

(٣٠) دائرة المعارف للبستاني ج ٦ ص ٢٨٨.

(٣١) تكوين العقل الحديث ج ١ ص ٣٦٤ .
(٣٢) قصة الحضارة ج ٣ ص ٢٥٨ .
(٣٣) تاريخ العرب العام (سيديو) ص ٣٧٨ .
(٣٤) دائرة المعارف (البستاني) ج ٦ ص ٢٨٨ .
(٣٥) تاريخ العرب العام ص ٣٤٦ .
(٣٦) تاريخ العلم والتكنولوجيا ص ١٩٥ .
(٣٧) قصة الحضارة ج ٨ ص ١٥١ .
(٣٨) The Encyclopedia Americana, Volume16. P. 374.
(٣٩) قصة الحضارة ج ٣٠ ص ٢٦٢ .
(٤٠) دكتور حسن الشريف في رحاب الكون، معهد الإنماء العربي، بيروت ١٩٨٠ ، ص ٤٦ .
(٤١) يقول ول ديورانت : أما قصة أنه (غاليلو) عند مغادرته قاعة المحكمة غمغم متحديًا : «ومع ذلك فهي تدور فعلاً»، فإنها أسطورة لم يظهر لها أثر قبل سنة ١٧٦١ .
(٤٢) هكذا يعتقد الكثيرون، لكن الحقيقة غير ذلك فقد ورد أن ابن يونس الصدفي هو الذي اخترع الرقاص واستعمله في الساعات الدقاقة، راجع كتاب العلوم عند العرب لقدري حافظ طوقان ص ١٥٠ ، وقد مر بنا هذا الموضوع في الحديث عن ابن يونس في الباب الثاني .
(٤٣) قصة الحضارة ج ٣٠ ص ٢٦٩ .
(٤٤) هناك خلاف حول أول من استخدم التلسكوب لكن على أي حال يمكن القول أن غاليلو هو أول من وجه التلسكوب إلى السماء بشكل منهجي وقام بدراسة وتقويم ما شاهده من خلاله .
(٤٥) أورد المعلم بطرس البستاني في دائرة المعارف ج ٨ ص ٦٣٠ ، أن أقمار المشتري شوهدت في مرصد مراغة في القرن السابع الهجري، راجع هامش رقم (٨٣) من الباب الأول .
(٤٦) ميخائيل الخوري (ومع ذلك فإنها تدور) : مجلة الصفر المجلد الثالث، العدد السابع عشر : ايلول ١٩٨٧ ص ٤٤ .
(٤٧) تكوين العقل الحديث ج ١ ص ٣٦٧ .
(٤٨) نفس المرجع ج ١ ص ٣٦٧ - ٣٦٨ .
(٤٩) عنوان الكتاب الكامل، «حوار حول النظامين الرئيسيين للكون: النظام البطليموسي والنظام الكوبرنيقي» نقله إلى العربية الدكتور محمد أسعد عبد الرؤوف: سلسلة الألف كتاب الثاني العدد ٩٧ : القاهرة .
(٥٠) تكوين العقل الحديث ج ١ ص ٣٦٨ -٣٦٩ .
(٥١) عبده جبير : قضية غاليلو، مجلة القاهرة، العدد ١٢١ ديسمبر ١٩٩٢ (الهيئة المصرية العامة للكتاب القاهرة ص ٢٠ (ملف خاص) .
(٥٢) نفس المرجع ص ٢٠ (الملف) .
(٥٣) أحمد المغربي : على هامش الخطاب (خطاب الاعتذار) مجلة القاهرة ص ٢٧ (الملف) .
(٥٤) نفس المرجع ص ٢٧ (الملف) .
(٥٥) الفقرة الخامسة من نص الخطاب المنشور في مجلة القاهرة بعنوان (خطاب البراءة) ترجمه إلى العربية (أ . م) والخطاب يستغرق ثلاث صفحات من ٢٥ - ٢٧ (الملف) .
(٥٦) تكوين العقل الحديث ص ٣٩٨ - ٣٩٩ .
(٥٧) د. أحمد زكي مع الله في السماء : طبعة دار الهلال : مصر ص ٥٩ .
(٥٨) ميشيل هوسكن : وليم هرشل وتأسيس علم الفلك الحديث، مجلة العلوم الأمريكية (الترجمة العربية) المجلد الثاني، العدد الرابع، نيسان ١٩٨٧ ، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي ، الكويت ص ٩٨ .
(٥٩) نفس المرجع ص ٩٩ .
(٦٠) نفس المرجع ١٠٠ .
(٦١) الإسراء : ٨٥ .

خاتمـــة

فى مرورنا السريع على محطات التاريخ الرئيسية : الحضارات القديمة، الحضارة العربية الإسلامية، الحضارة الحديثة، والوقوف على إنجازاتها الفلكية الأساسية أو بعض إنجازاتها، يكون من المناسب ونحن فى الخاتمة أن نطرح السؤال التالى .

هل يكفى قارئ التراث والباحث فى أحشائه أن يستمتع بالثروة الفلكية الضخمة التى خلفها الأسلاف مجرد استمتاع؟

وهل ستتحقق طموحاته بمجرد العثور على إنجازات علمية إبداعية يمكن أن يضعها أسسًا لبنائه الفلكى المستقبلى؟ هل هذا كل ما يريده من قراءة التراث العلمى بشكل عام والفلكى بشكل خاص؟

لا يبدو أن ذلك كاف، فإلى جانب هذين الهدفين، وهما هدفان مهمان جدًا من أهداف قراءة التراث العلّمى والفلكى يحضر أمامنا هدف آخر يمكن أن يلعب دورًا مهما فى الحاضر، فقراءة الماضى، وخاصة التراث العلمى هى قراءة للعقل فى حركته، والإنجازات فى تطورها والتجارب فى مخاضاتها والظروف فى تأثيراتها، وهى قراءة يمكن أن توفر إمكانية التقاط العناصر التى ساهمت فى صنع عظمة الأمم فى التاريخ الماضى، وهى أيضًا أسرار ومفاتيح يمكن أن نفتح بها الحاضر والمستقبل من أوسع أبوابه .

لقد كانت تجارب جمة وفرها التاريخ لنا، فكل مرحلة اقترنت بظروف خاصة وكل إنجاز يطابع معين من الخرافة والآلهة والتنجيم إلى الفلك العلمى والفضاء إلى المادة الفضائية الصارمة التى لا تقبل أى تعليل وتأويل خارج المنهج العلمى الصحيح، خارج التلسكوب البصرى والراديوى والقمر الصناعى والمركبة الفضائية وغيرها .

والمحصلة النهائية ومن خلال قراءة مراحل تاريخ المعرفة الفلكية والفضائية ومن خلال إفرازات العقل المتنوعة، إبداعاته نكساته ، طفراته، مقارنة بين حالة وأخرى غير معزولة عن ظروفها وتاريخها وجوها، توافرت أمام العلماء والباحثين قواعد أساسية لبناء عقل علمى جديد سلك أقرب الطرق فى اتجاه التقدم والازدهار .

إن استيعاب التراث الفلكى هو حالة علمية من أجل تأسيس حالة علمية أكثر تطورًا وازدهارًا .



المراجع

١ - مراجع عربية

- القرآن الكريم .
- د. أحمد زكي : في سبيل موسوعة علمية ، دار الشروق ، بيروت ١٩٨٢ .
- اغناطيوس كراتشكوفسكي : تاريخ الأدب الجغرافي ترجمة صلاح الدين عثمان، القاهرة سنة ١٩٥٧ .
- أمين فهد المعلوف : المعجم الفلكي ، دار الكتب المصرية القاهرة ١٩٣٥ .
- بول كودير : الكون، ترجمة د. خليل الجر، المطبعة البوليسية ، بيروت ١٩٧٤ ، توفيق الطويل : العرب والعلم في عصر الإسلام الذهبي، القاهرة سنة ١٩٦٨ .
- المهندس سعد شعبان : ماذا يحدث الآن في علوم الفضاء ، مجلة عالم الفكر، المجلد ٩ العدد ١ سنة ١٩٧٨ الكويت .
- المهندس سعد شعبان : الطريق إلى الكواكب، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة ١٩٩٠ .
- المهندس سعد شعبان : نافذة على الفضاء ، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة ١٩٩٣ .
- المهندس سعد شعبان : الطريق إلى المريخ، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، عالم المعرفة ٢٢٨ ، الكويت ١٩٩٧ .
- كارل ساغان : الكون ترجمة نافع أيوب لبس : المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، (عالم المعرفة ١٧٨) الكويت ١٩٩٣ .
- فرانك كلوز : النهاية . . . . الكوارث الكونية وأثرها في مسار الكون، ترجمة مصطفى إبراهيم فهمي، المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب (عالم المعرفة) ١٩١)، الكويت ١٩٩٤ .
- جون كولر : الفكر الشرقي القديم ، ترجمة كامل يوسف حسين : المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب (عالم المعرفة ١٩٩) الكويت ١٩٩٥ .
- رؤوف وصفي : الكون والثقوب السوداء : المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، عالم المعرفة ١٧ ، الكويت ١٩٧٩ .

- د. عبد الرحمن مرحبا : الجامع فى تاريخ العلوم عند العرب ، منشورات عويدات ، بيروت ، طبعة ١٩٨٨ .
- فيكتور كوماروف : طرائف علم الفلك ، ترجمة عبد الله حبة ، دارمير موسكو ١٩٨٥ .
- د. عبد الرحيم بدر ، دليل السماء والنجوم ، مؤسسة مصرى للتوزيع ، طرابلس ١٩٨٥ .
- د. عبد الرحيم بدر : المحيرات الفلكية ، مؤسسة الكويت للتقدم العلمى ، الكويت ١٩٨٥ .
- عماد عبدالعزيز مجاهد : أطلس النجوم ، المؤسسة العربية للدراسات والنشر ، بيروت ١٩٩٧ .
- د. عبد العظيم أنيس ، العلم والحضارة ، وزارة الثقافة ، المؤسسة المصرية للتأليف والنشر ، مصر ١٩٦٧ .
- عبد المنعم ماجد : تاريخ الحضارة الإسلامية فى العصور الوسطى ، مكتبة الانجلو ، القاهرة ١٩٦٣ .
- كارل بروكلمان : تاريخ الأدب العربى ، ترجمة د. يعقوب بكر ورمضان عبد التواب ، دار المعارف بمصر ١٩٧٥ (الجزء الرابع) .
- محمود عبد اللطيف مطلب : صورة الكون ، منشورات وزارة الثقافة والفنون (الموسوعة الصغيرة رقم ٣٥) ١٩٧٩ ، بغداد .
- ستيفن هوكنغ : موجز تاريخ الزمن : ترجمة عبد الله حيدر : نشر أكاديميًا ، بيروت ١٩٩٠ .
- لين نيكلسون : علم الفلك ، ترجمة على بن مصطفى الأشهر ، معهد الإنماء العربى . بيروت ١٩٨٣ .
- لين نيكلسون : استكشاف الكواكب ، ترجمة نقولا شاهين ، معهد الإنماء العربى ، بيروت ١٩٨٣ .
- محمود أحمد عويضة : رحلات الفضاء ، الجمعية العلمية الملكية ، الأردن ١٩٨٨ .
- عبد الأمير المؤمن : الكون رؤية تراثية وعلمية (مخطوط) .
- م / سليمان القرطاس : مركبات الرصد الفضائية الضخمة ، مجلة القافلة ، العدد ٧ المجلد ٤٣ ، الرياض ١٤١٥هـ.

- م/ سليمان القرطاس: التلسكوب هابل قبل عملية الصيانة وبعدها، مجلة الفيصل ع ٢١٠ ذو الحجة، الرياض ١٤١٤هـ.
- م / سليمان القرطاس: تلسكوب هابل ورصد جديد للكواكب القريبة: مجلة الفيصل ع ٢٢٨ جمادى الآخرة، الرياض ١٤١٦هـ.
- آلة الزمن الطائرة (تلسكوب هابل) مجلة آفاق علمية العدد ٢٦ تموز ١٩٩٠.
- فيليب هيناريوس: التلسكوب هابل، ورشة إصلاح فى الفضاء، ترجمة نبيل حسون مجلة الثقافة العالمية: المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب العدد ٦٤ ألسنة ١١ مايو ١٩٩٤.
- توبى ا. هاف: فجر العلم الحديث، ترجمة د. أحمد محمود صبحى، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب (عالم المعرفة ٢١٩) ج ١ و(عالم المعرفة ٢٢٠) ج ٢، الكويت ١٩٧٧.
- توماس كون: بنية الثورات العلمية: ترجمة شوقى جلال، المجلس الوطنى، عالم المعرفة ١٦٨ الكويت ١٩٩٢.
- إضافة إلى ذلك مجموعة من المجلات العربية والأجنبية: (آفاق علمية/ قبرص) (الصفر/ قبرص)، (العلوم الأمريكية/ الكويت)، (العربى/ الكويت)، (القافلة/ الرياض)، (الفيصل/ الرياض)، (علوم/ عراقية)، الثقافة العالمية/ الكويت)، (العلوم والتكنولوجيا/ بيروت)، (USA/ Astronomy)، (USA/ Sky and Tele-scope)، (USA/ Notion Geograpic) وعدد كبير من النشرات العلمية العربية والأجنبية.

٢ - مراجع أجنبية

- Encyclopedia Americana: USA. 1 , 7 — فى ثلاثين جزءاً
- The Book of popular Science: USA: 1967. — فى عشرة أجزاء
- Dreyer, J: L. E : A History of Astronomy from Thales to kepler. 1906. Reprint, New York: Dover, 1981.
- Berry, A . A Short History of Astronomy. 1898. Reprint. New York Dove, 1961.
- Dicks, D. R, Early Greek Astronomy to Aristotle. Ithaca, N.y. : Cornell University Press, 1970.

- Fermi, L., and G. Bernardini Galileo and the Scientific Revolution. Greenwich Conn.: Fawcett Publications, 1965.

- Jastrow, R., and Thompson, M. H, Astronomy, Fundamentals and Frontiers: New York, 1977.

- Seeds. M. A. Foundations of Astronomy, wadswort Publishing Company, Belmont California 1988.

- Meyers, R. Encyclopedia of Astronomy and Astrophysics, california, 1989.

- Newcott, W. The Habble Telescope, National Geographic April 1997.

- Silk, J Ashort history of the Universe, W. H Freeman and Company, 1994.

- Sanford, J. Observing the Constellations. Mitchell Beazley International Limited. 1989.

الفهرس

صفحة



دار النصر للطباعة الإسلامية
٢ - شارع نشاطي شبرا القاهرة
الرقم البريدى - ١١٢٣١